

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
13 octobre 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/096094 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

G03B 21/10, 21/28, G02B 27/18

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2005/051432

(22) Date de dépôt international : 30 mars 2005 (30.03.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

04/03335 30 mars 2004 (30.03.2004) FR

04/12904 3 décembre 2004 (03.12.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **THOMSON LICENSING SA** [FR/FR]; 46, Quai Alphonse Le Gallo, F-92100 BOULOGNE BILLANCOURT (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **SACRE, Jean-Jacques** [FR/FR]; 8 rue du Champ du Verger, F-35410 CHATEAUGIRON (FR). **BENOIT, Pascal** [FR/FR]; 1 Place Georges Brassens, F-35340 LIFFRE (FR).

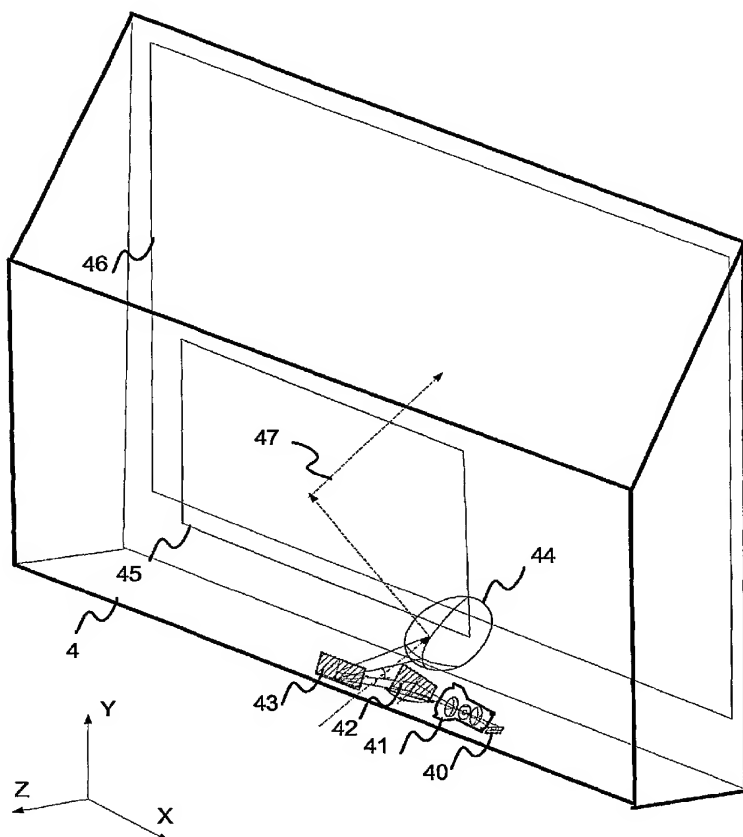
(74) Mandataires : **LE DANTEC, Claude** etc.; THOMSON, 46, Quai Alphonse Le Gallo, F-92100 BOULOGNE BILLANCOURT (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PROJECTION MODULE AND PROJECTOR INCORPORATING SAME

(54) Titre : MODULE DE PROJECTION ET PROJECTEUR L'INCORPORANT



(57) Abstract: The invention concerns a projection module for projecting an image on a screen defining a specific projection plane. The module comprises a lens (41), itself comprising means for emitting an imaging beam (47); a curved mirror (44); at least two surfaces (42, 43) reflecting the imaging beam, located on the path of the imaging beam between the lens and the curved mirror. The invention also concerns an optical motor and a corresponding projection apparatus.

(57) Abrégé : L'invention concerne un module de projection destiné à projeter une image sur un écran définissant un plan de projection déterminé. Le module comprend un objectif (41), comprenant lui-même des moyens d'émission d'un faisceau d'imagerie (47); un miroir courbe (44); au moins deux surfaces de renvoi (42, 43) du faisceau d'imagerie, placées sur le trajet du faisceau d'imagerie entre l'objectif et le miroir courbe. L'invention concerne également un moteur optique et un appareil de projection correspondant.

WO 2005/096094 A1



MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

MODULE DE PROJECTION ET PROJECTEUR L'INCORPORANT

1. Domaine de l'invention.

5 L'invention concerne un module de projection permettant d'obtenir un grand angle de projection sans déformation. L'invention concerne également l'application d'un tel module à des appareils de projection frontaux et de rétroprojection.

2. Etat de l'art.

10 La **figure 1** représente une conception conventionnelle d'un rétroprojecteur 1 dont l'axe optique est centré sur l'écran et comprenant un objectif 13, deux miroirs de renvoi plans 11 et 12 et un écran 10 également plan. Dans cette conception, le faisceau d'éclairement 14 émis par le projecteur est replié par les miroirs de renvoi 11 et 12. Le système est
15 symétrique par rapport à un plan normal à l'écran 10, l'axe optique 15 du faisceau étant dans ce plan. Le projecteur 1 peut atteindre 45 centimètres d'épaisseur, p , pour un écran 10 de dimensions 1106 sur 622 millimètres. L'angle d'ouverture selon la diagonale de l'écran doit être d'environ 38°. Une distorsion et une MTF (de l'anglais « Modulation Transfer Function » ou
20 « Fonction de Transfert de Modulation » en français) acceptables peuvent être obtenus avec un objectif d'une dizaine de lentilles à un coût modéré.

Une autre conception est de replier deux fois le faisceau comme cela est représenté en **figure 2**. Le rétroprojecteur 2 illustré dans cette figure comprend un objectif 23 et deux miroirs de renvoi plans 21 et 22 disposés
25 face à face qui sont parallèles à un écran 20. L'axe de l'objectif de projection 23 n'est pas perpendiculaire au centre de l'écran 20. On peut ainsi réduire la profondeur $p1$ du rétroprojecteur (par exemple voisine de 20 cm). Néanmoins, la hauteur $h1$ de la partie basse du rétroprojecteur 2 (c'est-à-dire située en dessous de l'écran) reste élevée.

30 Le document de demande de brevet EP 1203977 déposée par la société Mitsubishi ® décrit plusieurs modes de réalisation de rétroprojecteurs vidéo comprenant un miroir de renvoi asphérique qui permet de réduire les aberrations optiques et l'encombrement du projecteur. La **figure 3** illustre un rétroprojecteur 3 comprenant un objectif 33, un premier
35 miroir de renvoi plan 31, un miroir de renvoi asphérique 32, un second miroir de renvoi plan 36 et un écran 30. L'objectif 33 faisant un angle d'environ 60° avec la normale à l'écran, le faisceau émis 34 est d'abord renvoyé dans une

direction normale à l'écran 30 par le miroir 34, vers le miroir asphérique 32. Le faisceau est alors replié une fois par le miroir 36 avant d'atteindre l'écran 30. Ainsi, l'encombrement est réduit. Néanmoins, le rétroprojecteur 2 présente l'inconvénient de rester encore encombrant.

5 **3. Résumé de l'invention.**

L'invention a pour objectif de pallier les inconvénients de l'état de la technique.

En particulier, un but de l'invention est de réaliser un projecteur (de type projecteur frontal ou rétroprojecteur) et un module de projection ou
10 un moteur optique encore moins encombrants que dans les systèmes connus.

L'invention a également pour objectif de réduire à la fois la profondeur et la hauteur du projecteur en fonction de la taille de l'image projetée.

15 Un autre objectif de l'invention est de corriger les distorsions que pourrait induire le système optique.

Notamment, l'objet de l'invention est d'utiliser un miroir courbe de type asphérique ou hyperbolique (par exemple) dans cet objectif. On connaît un système, tel que décrit dans le brevet US 5716118, utilisant un miroir
20 hyperbolique, mais le système doit être de grandes dimensions pour obtenir une image de grandes dimensions. Un tel système est donc difficilement viable industriellement en raison des difficultés à réaliser un tel miroir de grandes dimensions.

L'invention concerne un module de projection pour projecteur frontal ou pour rétroprojecteur viable industriellement et permettant d'obtenir
25 des images projetées de grandes dimensions et de bonne qualité.

A cet effet, l'invention propose un module de projection destiné à projeter une image sur un écran définissant un plan de projection déterminé, le module comprenant :

- 30 – un objectif qui comprend des moyens d'émission d'un faisceau d'imagerie ; et
 – un miroir courbe,

le module étant remarquable en ce qu'il comprend, en outre, au moins deux surfaces de renvoi du faisceau d'imagerie, placées sur le trajet du faisceau
35 d'imagerie entre l'objectif et le miroir courbe.

Les surfaces de renvoi sont réfléchissantes ou semi-réfléchissantes et sont, par exemple, des miroirs ou des prismes, et

permettent de renvoyer un faisceau lumineux incident dans une autre direction.

Préférentiellement, le miroir courbe est hyperbolique.

5 Le miroir courbe comprend au moins une partie concave ou convexe et est, avantageusement, concave ou convexe.

Selon une variante de l'invention, l'angle entre l'axe de l'objectif et le plan de projection est inférieur ou égal à 10° .

10 Selon un mode de réalisation préférentiel, l'image projetée étant rectangulaire, l'angle entre l'axe de l'objectif et le grand côté de l'image projetée sur l'écran est inférieur ou égal à 10° .

Selon un autre mode de réalisation préférentiel, l'image projetée étant rectangulaire, l'angle entre l'axe de l'objectif et le petit côté de l'image projetée sur l'écran est inférieur ou égal à 25° .

15 Avantageusement, au moins une des surfaces de renvoi est adaptée à rediriger le faisceau d'imagerie, issu de l'objectif vers le miroir courbe dans un plan perpendiculaire au plan de projection.

Selon une caractéristique particulière, le module est remarquable en ce qu'au moins une des surfaces de renvoi fait un angle compris entre 40° et 50° avec un plan normal au plan de projection.

20 Préférentiellement, les surfaces de renvoi sont planes.

Selon une caractéristique avantageuse, le module comprend au moins un cache associé à au moins une des surfaces de renvoi et adapté à empêcher la propagation de rayons parasites.

25 L'invention concerne également un moteur optique pour appareil de projection, le moteur étant destiné à projeter une image sur un écran définissant un plan de projection déterminé, comprenant :

- un imageur adapté à créer le faisceau d'imagerie; et
 - des moyens d'illumination comprenant eux-mêmes une source lumineuse et des moyens de focalisation créant
- 30 un faisceau d'illumination et des moyens de renvoi du faisceau d'illumination vers l'imageur ;

le moteur étant remarquable en ce qu'il comprend, en outre, le module tel que défini précédemment et en ce que les moyens de renvoi du faisceau d'illumination comprennent au moins deux surfaces de renvoi du faisceau

35 d'illumination, distinctes.

Avantageusement, la partie du faisceau d'illumination non réfléchi par une des surfaces de renvoi fait un angle inférieur à 10° avec la partie du faisceau d'imagerie non réfléchi par une des surfaces de renvoi.

En outre, l'invention s'applique à un appareil de projection
5 comprenant un module de projection tel que décrit précédemment.

Selon une caractéristique particulière, l'appareil de projection comprend un écran de projection, le module éclairant l'écran par l'arrière.

4. Liste des figures.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres particularités et
10 avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, la description faisant référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- les figures 1 à 3 illustrent différents modes de réalisation de rétroprojecteurs de l'état de l'art ;
- la figure 4 présente un rétroprojecteur selon un premier mode
15 particulier de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 illustre, selon une vue en perspective, des éléments optiques du rétroprojecteur présenté en regard de la figure 4 ;
- les figures 6 et 7 présentent des vues respectivement de côté et de face du rétroprojecteur de la figure 4 ;
- la figure 8 décrit un second mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 9 à 11 illustrent un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 12 présente un projecteur frontal selon un mode de réalisation de l'invention ; et
- les figures 13 et 14 illustrent un moteur optique utilisé dans le
25 rétroprojecteur de la figure 4 ;
- la figure 15 présente un moteur optique utilisé dans le rétroprojecteur des figures 9 à 11 ;
- la figure 16 est un synoptique très schématique d'un rétroprojecteur selon une variante de réalisation de l'invention ;
- la figure 17 présente les différentes images formées par le rétroprojecteur de la figure 16 ;
- la figure 18 illustre les propriétés optiques du rétroprojecteur de la figure 16 ; et
- la figure 19 présente un objectif mis en œuvre dans le projecteur
35 de la figure 16.

5. Description détaillée de l'invention.

La **figure 4** présente schématiquement une perspective d'un rétroprojecteur 4 selon un premier mode particulier de réalisation de l'invention.

Le rétroprojecteur 4 comprend :

- 5 – un écran plat 46, de projection définissant un axe horizontal x , un axe vertical y , tous deux parallèles à l'écran 46, et un axe z normal à l'écran 46;
- des moyens d'illumination (non représentés en figure 4) générant un faisceau d'illumination ;
- 10 – un imageur 40 créant un faisceau d'imagerie à partir du faisceau d'illumination; et
- un module de projection.

L'imageur est, par exemple, un DMD (« Appareil à Micromiroirs Numériques » de l'anglais « Digital Micromirrors Device » de la société
15 Texas Instruments ®), un LCD transmissif (Afficheur à cristaux liquides, de l'anglais « Liquid Crystal Display ») ou un LCOS (Cristal liquide sur du silicium de l'anglais « Liquid Crystal On Silicon »).

Le module de projection du projecteur 4 comprend lui-même :

- 20 – un système optique 41 ou objectif placé en face de l'imageur 40 et dont l'axe optique est sensiblement parallèle à la direction x ;
- un premier miroir de renvoi 42 recevant un faisceau d'imagerie 47 émis par le système optique 41 et permettant de renvoyer le centre du faisceau 47 dans un
25 plan normal à l'écran 46 et défini par les axes yz ;
- un second miroir de renvoi 43 recevant le faisceau 47 renvoyé par le miroir 42 et positionné de sorte que le faisceau soit réfléchi vers un miroir hyperbolique 44 ;
- 30 – le miroir hyperbolique 44 adapté à élargir le faisceau 47 et à le transmettre vers un troisième miroir de renvoi 45 ;
 et
- le miroir de renvoi 45 parallèle à l'écran 46 et transmettant le faisceau 47 reçu du miroir hyperbolique vers l'écran 46.

35 Le miroir 44 étant hyperbolique, la configuration du module de projection est optimisée pour l'obtention d'une grande image projetée avec un grand angle tout en ayant des aberrations optiques réduites. Ainsi, la

combinaison du système optique 41 et du miroir hyperbolique 44 permet d'obtenir un objectif grand angulaire.

5 L'imageur 40, le système optique 41 et les miroirs 42 à 44 sont placés dans la partie basse du rétroprojecteur 4 de sorte à ne pas gêner la propagation du faisceau d'imagerie 47. La distance entre le miroir convexe 44 et l'objectif 41 est suffisamment grande pour que le faisceau d'imagerie puisse être replié grâce aux miroirs 42 et 43 dans un espace réduit et le faisceau 47 est peu divergent dans la zone située avant le miroir convexe.

10 La **figure 5** présente plus en détails les éléments optiques 40 à 45 ainsi que leur agencement.

L'objectif 41 comporte successivement suivant son axe optique :

- une première lentille complexe 410, c'est-à-dire constituée d'un ensemble de lentilles ;
- une pupille 411 permettant d'éviter les rayons parasites ;
- 15 et
- une seconde lentille complexe 412.

20 Le miroir 44 ayant une forme hyperbolique est disposé du côté de la sortie de l'objectif et est disposé de telle façon que l'axe de l'hyperbole passant par les foyers de l'hyperbole coïncide avec l'axe optique XX' de la lentille 410.

La lumière émise par la lentille est réfléchiée par les miroirs plans 42 et 43 puis par le miroir hyperbolique 44 et semble provenir d'un point qui est un point conjugué de la pupille 411 de l'objectif 41. L'axe du faisceau étant parallèle à l'écran 46 selon le mode de réalisation décrit, le miroir 42 est orienté de sorte que la normale à sa surface fait un angle α égal à 45° avec l'axe optique du faisceau incident. Bien entendu, selon différents modes de réalisation de l'invention, l'angle α peut prendre d'autres valeurs lorsque notamment le faisceau incident n'est pas parallèle à l'écran 46. Par ailleurs, le miroir 43 est orienté de sorte que le faisceau incident soit renvoyé correctement vers le miroir hyperbolique 44. Ainsi, tout en étant parallèle à l'axe x, le miroir 43 est tel que la normale à sa surface fait un angle β avec l'axe optique du faisceau incident 47.

35 Comme on peut le voir sur la figure 5, le miroir hyperbolique 44 permet de rendre plus divergent le faisceau 47 qu'il réfléchit. De plus, pour éviter que la lentille 410 perturbe la transmission du faisceau réfléchi par le miroir hyperbolique, on n'utilise préférentiellement que la partie de la forme hyperbolique située d'un côté d'un plan passant par l'axe de symétrie de

l'hyperbole. Cet axe passe par les foyers de l'hyperbole. La lumière utilisable issue du système 41 est donc celle située au dessus d'un plan passant par l'axe optique de l'objectif. Une image éclairée par une source lumineuse et que l'on se propose de projeter sur l'écran sera donc décentrée par rapport à l'axe de l'objectif 41.

Selon une variante de l'invention, tous les points du champ de la pupille d'entrée sont situés à l'infini et le système est télécentrique.

Une telle disposition peut dans certain cas induire des distorsions et de la détérioration de la MTF (de l'anglais « Modulation Transfert Fonction » ou « fonction de transfert de modulation » en français) c'est-à-dire une détérioration de la réponse en fréquence spatiale du système optique. On prévoit de corriger ces défauts en éloignant le miroir hyperbolique 44 de l'objectif et en interposant une lentille entre la pupille 411 et le miroir hyperbolique 44 qui permet d'équilibrer les puissances optiques de part et d'autre du diaphragme de ladite lentille et de réduire l'angle d'incidence des rayons du faisceau sur le miroir hyperbolique 44 et notamment pour réduire l'incidence des rayons les plus écartés de l'axe de l'hyperbole. Ainsi, plus le miroir hyperbolique est écarté de l'objectif 41, plus celui-ci fonctionne sur un champ réduit. Afin d'obtenir une grande distance optique entre le miroir hyperbolique 44 et le système 41 tout en ayant un encombrement réduit du rétroprojecteur 4, les miroirs 42 et 43 replient le faisceau 47 émis par le système 41.

L'invention prévoit également de corriger l'astigmatisme qui pourrait être induit par le miroir hyperbolique 44. Pour cela il est prévu une ou deux lames en forme de ménisques non représentés sur la figure 5 et disposées à proximité de la pupille 411 de l'objectif 41. Dans le cas de deux ménisques, on prévoit de les placer de part et d'autre de la pupille 411. Les ménisques sont disposés avec leurs faces concaves se faisant face et les centres des ménisques sont situés également de part et d'autre de la pupille 411 de telle façon que la distance entre les deux faces concaves soient inférieure à la somme des rayons des deux faces concaves.

Un imageur 40 de type dispositif d'affichage SML tel qu'un modulateur spatial de lumière permet de transmettre un faisceau qui véhicule au moins une image en raison de la modulation spatiale. Ce faisceau est transmis par le système 41 au miroir plan 42, puis au miroir plan 43 et enfin au miroir hyperbolique 44 qui réfléchit la lumière vers le miroir

plan 45. Le miroir plan 45 est situé de préférence parallèlement au plan de l'écran 46 sur la face arrière du rétroprojecteur 4.

L'afficheur SML 40 est situé d'un côté d'un plan passant par l'axe optique XX' du système 41 de façon à n'éclairer que le miroir hyperbolique 44 qui n'occupe qu'une partie de l'hyperbole située d'un côté d'un plan passant par l'axe de celle-ci. Ainsi, la partie basse du miroir 44 qui ne reçoit pas de faisceau utile est préférentiellement tronquée.

Les figures 6 et 7 représentent respectivement schématiquement une vue de coté suivant la direction x et une vue de face suivant la direction z.

Comme indiqué sur ces figures, l'axe optique du système optique 41 est sensiblement horizontal et parallèle à l'écran 46. Ainsi, il n'influe pas sur la profondeur $p'1$ du rétroprojecteur 4 tout en conservant une hauteur $h'2$ sous l'écran 46 faible. A titre illustratif, $p'1$ est de l'ordre de 160 mm et $h'2$ est voisin de 320 mm pour un écran dont la hauteur $h'1$ est égale à 620 mm

Selon le mode de réalisation décrit, les paramètres du projecteur 4 sont les suivants :

- α et β valent respectivement 45° et 21° ;
- la distance entre l'objectif 41 et le miroir 42 est égale à 53 mm ;
- la distance entre les miroirs 42 et 43 vaut 86 mm ;
- la distance entre les miroirs 43 et 44 est égale à 94 mm ;
- le miroir 42 est un trapèze ayant pour dimension 103 mm (deux cotés opposés non parallèles) x 55 mm x 68 mm (cotés opposés parallèles) ; et
- le miroir 43 est un rectangle de 100 mm x 70 mm.

Plus généralement, selon différentes variantes de réalisation de l'invention, l'axe optique du système optique 41 est sensiblement horizontal et fait un angle γ avec l'écran 46. L'angle entre l'axe optique du système 41 et le grand coté de l'écran 46 est inférieur à 15° . Préférentiellement, cet angle est inférieur à 10° . Ainsi, on peut réduire sensiblement la profondeur du module. De manière encore plus préférentielle, il est nul ou quasiment nul, ce qui permet de réduire encore plus l'encombrement (hauteur et profondeur) du module de projection et donc du projecteur 4.

De cette manière, la hauteur du module est réduite. Un tel module convient notamment au cas d'un projecteur monobloc (rétroprojecteur par exemple) où le module est logé sous ou sur un écran avec une image au

format de type télévision ou cinéma (le grand coté est horizontal), ou au cas d'un dispositif de projection séparé de l'écran, le miroir convexe imposant une plus grande dimension dans une direction parallèle à l'écran de projection.

5 En outre, la plupart des rayons parasites issus de l'objectif sont alors généralement sensiblement parallèles à l'écran de projection et ne sont pas réfléchis par le miroir convexe. Ils sont donc éliminés d'une façon très simple.

10 Le miroir 42 est incliné par rapport au plan yz d'un angle de 45° pour renvoyer le rayon centre du faisceau 47 émis dans le plan yz normal à l'écran 46 ce qui permet une mise en œuvre relativement simple du module de projection. Le miroir 42 est également incliné par rapport au plan yx d'un angle α égal à $22,5^\circ$. Selon différentes variantes exposées ci-dessus, dans une mise en œuvre de l'invention où l'angle γ entre l'axe optique du
15 système optique avec l'écran 46 n'est pas nul, le miroir 42 est incliné par rapport au plan yz d'un angle égal à $45^\circ \pm \frac{\gamma}{2}$. Préférentiellement, cet angle est compris entre 40° et 50° puisque γ est préférentiellement inférieur à 10° .

20 La figure 6 montre également l'enveloppe du faisceau émis dans un plan vertical centré par rapport au rétroprojecteur 4. Plus précisément, l'enveloppe du faisceau émis est limitée dans sa partie haute par un rayon 61 et dans sa partie basse par un rayon 60.

25 Afin de réduire la hauteur $h'2$, le miroir 42 est positionné préférentiellement le plus haut possible. Ainsi, le faisceau réfléchi par le miroir 43 (le rayon 60 notamment) frôle le miroir 42 sans que ce dernier lui fasse obstacle.

30 Afin de gêner le moins possible la propagation du faisceau optique et de réduire la hauteur $h'2$, le miroir 42 a la forme d'un trapèze qui correspond à l'empreinte exacte du faisceau émis par le système optique 41 dans son plan de réflexion.

35 Le miroir 43 est parallèle à l'axe x et renvoie le faisceau réfléchi par le miroir 42 vers le miroir hyperbolique 44. Il est incliné avec un angle de $22,5^\circ$ par rapport à l'axe vertical y. Il est positionné pour être le plus proche possible de la face arrière du rétroprojecteur 4 tout en ne faisant pas obstacle au faisceau réfléchi par le miroir 44.

 Ainsi, dans une configuration de module optique avec deux miroirs 42 et 43 placés entre l'objectif 41 et le miroir hyperbolique 44, les

deux miroirs de renvoi 42 et 43 ont une double fonction puisqu'ils permettent notamment, d'une part, une redirection du faisceau optique d'imagerie dans un plan normal à l'écran de projection et, d'autre part, un allongement des distances optiques entre l'objectif 41 et le miroir convexe 44 ; cette double

5 fonction permet notamment de plier plus facilement le faisceau d'imagerie dans un espace réduit.

Comme indiqué précédemment, le miroir hyperbolique 44 renvoie le faisceau vers le miroir 45 en permettant d'agrandir l'image.

10 L'équation de la surface du miroir hyperbolique 44 est la suivante :

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} \quad (1)$$

dans laquelle

- c représente la courbure du miroir ($c=1/Rc$ où Rc est le rayon de courbure) ;
- 15 – k est la constante de conicité; et
- r est la coordonnée radiale.

A titre illustratif, selon le mode de réalisation décrit, le rayon Rc vaut 57,7 mm, la constante k est égale à 3,77. La forme extérieure de l'hyperbole est une ellipse (de taille 90 mm x 136 mm) excentrée à 56 mm de

20 l'axe de l'hyperbole.

: D'une manière générale, le miroir 44 est convexe. Ainsi, selon une variante de réalisation, le miroir 44 est remplacé par un miroir asphérique adapté à renvoyer une image agrandie vers le miroir 45. L'équation de la surface du miroir asphérique est la suivante :

25

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^N \alpha_i r^i \quad (2)$$

où un terme asphérique apparaît dans lequel :

- i est le rang du terme utilisé
- α_i représente le coefficient asphérique pour le terme de rang i .

30 A titre illustratif, α_3 vaut $-1,09.10^{-6}$ et les autres coefficients α_i sont nuls.

Selon une autre variante de l'invention (pouvant être combinée avec d'autres variantes de rétroprojecteur, décrites), le miroir situé entre le miroir asphérique ou hyperbolique et l'écran est remplacé par un miroir

incliné par rapport à l'écran et/ou par plusieurs miroirs de renvoi assurant un repli du faisceau.

Selon encore une autre variante de l'invention, il n'y a pas de miroir entre le miroir convexe (par exemple asphérique ou hyperbolique) et l'écran. La partie réfractive de l'objectif comporte un groupe de lentilles arrière GrAR composé de quatre lentilles et d'un groupe de lentilles avant GrAV composé de trois lentilles (dont un ménisque). Le groupe avant reçoit la lumière de l'objet SML dont on doit projeter l'image sur l'écran. Le groupe avant GrAV permet d'éclairer le miroir convexe (hyperbolique selon l'exemple illustré) à l'aide du faisceau qu'il reçoit du groupe arrière GrAR. Le miroir hyperbolique est situé par rapport au groupe de lentilles GrAV de telle façon que l'un de ses foyers F1 est situé dans le plan de la pupille de sortie du groupe avant GrAV. L'autre foyer virtuel F2 est situé dans le plan de la pupille de sortie virtuelle du système. Le miroir hyperbolique conjugue les pupilles et présente l'avantage d'augmenter l'angle de champ et donc d'augmenter le grandissement du système. De plus, une lentille positive située entre le ménisque du groupe GrAV et le miroir hyperbolique est prévue pour réduire l'enveloppe des rayons lumineux du champ de manière à faciliter le repliement du faisceau lumineux à l'aide d'un miroir plan pour réduire l'encombrement de l'objectif.

Cependant, le miroir hyperbolique peut introduire une distorsion géométrique. Pour corriger cette distorsion, le groupe arrière de lentilles GrAR comporte une lentille ayant une surface en forme de conique. Avantageusement, cette conique est une conique du même type que la forme du miroir convexe de façon à fournir une correction quasiment parfaite de la distorsion géométrique. Avantageusement, cette conique est donc une hyperbole. De préférence, le rapport des coniques (miroir hyperbolique et lentille arrière) est sensiblement proportionnel au rapport des positions des foyers des hyperboles. Par exemple, on se fixe la focale de la lentille équivalente arrière GrAR, on place la pupille à la focale de cette lentille, on place l'hyperbole à "une certaine distance". Cette distance contraint d'utiliser une focale et une conique pour l'hyperbole pour obtenir sur l'écran le grandissement donné (par exemple 64). La forme de la surface conique qu'il faut donner à la lentille ou au groupe de lentilles GrAR pour corriger l'objectif est telle que le rapport de cette conique à la conique du miroir hyperbolique est sensiblement proportionnel au rapport des distances des foyers de l'hyperbole aux plans principaux de l'hyperbole. Ces distances sont les

distances équivalentes vue de l'hyperbole correspondante à travers les lentilles du groupe GrAV.

Cependant, la lentille de forme hyperbolique doit être éloignée du diaphragme de l'objectif, de façon à ce que la pré-correction des distorsions
5 puisse se faire sur un faisceau étendu.

En outre, la lentille ainsi conçue permet de corriger non seulement les distorsions géométriques, mais aussi la courbure de champ.

Par ailleurs, les défauts d'astigmatisme induits par le système ne suivent pas les mêmes lois que les distorsions géométriques. Elles ne sont
10 pas corrigées par les moyens précédents. C'est pourquoi on prévoit au moins un ménisque permettant de corriger les défauts d'astigmatisme induits par le système.

Selon une variante de réalisation du projecteur 4, les miroirs 42 et 43 peuvent être remplacés par un prisme complexe. La réflexion peut être
15 totale pour la surface équivalente au miroir 42. En revanche, la surface équivalente au miroir 43 doit être métallisée car les angles du faisceau incident est faible par rapport à la normale de cette surface.

La **figure 8** présente un second mode de réalisation d'un rétro-projecteur 8 selon l'invention, particulièrement bien adapté pour éviter le
20 vignettage ou éliminer des rayons optiques parasites.

Le rétroprojecteur 8 comprend les mêmes éléments que le rétroprojecteur 6 illustré précédemment. Ces éléments communs portent les mêmes références et ne sont donc pas décrits davantage.

Le rétroprojecteur 8 comprend, en outre, des caches 80 à 82
25 parallèles à l'axe x, associés chacun à au moins un des miroirs 42 et 43 et positionnés pour arrêter les rayons parasites issus du système 41 (directement ou après réflexion sur l'un des miroirs, notamment sur le miroir 42).

Le cache 80 est tangent au miroir 42 sur le côté le plus proche du
30 miroir hyperbolique 44. Ainsi, il bloque des rayons parasites 83, dirigés vers le miroir hyperbolique 44 ou l'écran 46.

Le cache 81 est accolé au cache 80 tout en étant sensiblement horizontal de sorte à ne pas faire obstacle au faisceau optique réfléchi respectivement par les miroirs 42 et 43. Ainsi, il bloque des rayons parasites
35 85, dirigés vers le haut du rétroprojecteur 8 et notamment vers l'écran 46.

Le cache 82 est tangent au miroir 43 sur le côté supérieur proche du miroir plan 45 tout en étant positionné et dimension de sorte à ne pas

faire obstacle au faisceau optique réfléchi respectivement par les miroirs 43 et 44. Ainsi, il bloque des rayons parasites 84, dirigés vers le miroir 45.

Les caches 80 à 82 ont préférentiellement une grande dimension suivant la direction x qui n'est limitée que par la largeur du projecteur 8.

5 Suivant les direction dans le plan yz, les caches sont positionnés de sorte à ne pas gêner la propagation du faisceau d'imagerie.

Selon une variante de réalisation, les caches sont regroupés en une seule surface qui sépare complètement de l'objectif et les moyens d'illumination des miroirs 42 à 45. Seule une ouverture rectangulaire ou trapézoïdale (en fonction de l'angle d'inclinaison du faisceau d'imagerie par rapport à la surface) pratiquée dans la surface formant cache est pratiquée de façon à laisser passer le faisceau d'imagerie par l'ouverture tout en empêchant le passage des faisceaux parasites en dehors de l'ouverture.

Par ailleurs, on note que la plupart des rayons parasites sont
15 éliminés très simplement dans une configuration où l'axe optique du système optique 41 est sensiblement horizontal suivant un axe sensiblement parallèle aux miroirs 44 et 45 ainsi qu'à l'écran 46 (rétroprojecteurs 6 et 8). En effet, dans une telle configuration, la plupart des rayons parasites sont sensiblement horizontaux et dirigés vers un coté du rétroprojecteur. Ainsi, la
20 plupart de ces rayons parasites qui ne rencontrent pas le premier miroir de renvoi 42 ne sont pas dirigés vers un miroir ou l'écran, mais vers d'autres éléments internes du rétroprojecteur qui sont préférentiellement non réfléchissants.

La **figure 13** présente un moteur optique équipant le
25 rétroprojecteur 4. Le moteur optique comprend :

- une lampe 130 et son réflecteur ;
- un guide 16/9^{ème} 131 (correspondant à l'écran 16/9^{ème} 46) ;
- des lentilles 132 et 133 ;
- 30 – un miroir de renvoi 134 plan ;
- une lentille 135 ;
- un prisme 136 ;
- l'imageur 40 ;
- l'objectif 41 ; et
- 35 – les miroirs 42 à 44.

La lampe 130 et son réflecteur émettent un faisceau d'illumination 137 qui est concentré à l'entrée du guide 131. A la sortie du guide 131, les

lentilles 132 et 133 transmettent le faisceau 137 qui frappe le miroir 134. Le miroir 134 est incliné par rapport à l'axe optique du faisceau incident de sorte à renvoyer le faisceau 137 vers la lentille 135 qui est accolée au prisme 136. L'axe optique de la lampe 130, du guide 131 et des lentilles 132 et 133 est sensiblement parallèle au plan de projection associé à l'écran 46. Ainsi, la profondeur du rétroprojecteur 4 est réduite.

Le faisceau 137 pénètre alors dans le prisme 136 via la lentille 135 avant d'être réfléchi par une face opposée du prisme 136 vers l'imageur 40. La position des différents éléments du moteur optique et les distances focales des lentilles sont telles que la sortie du guide 131 est imagée sur l'imageur 40.

Après réflexion sur l'imageur 40, le faisceau 137 forme donc un faisceau représentatif d'une image 138 qui est renvoyé vers le prisme 136 avant de pénétrer dans le système optique 41 et d'être réfléchi par les miroirs 42, 43 et 44 comme indiqué précédemment.

Le faisceau optique 137 émis par la lampe 130 est orienté de la même façon que le faisceau optique issu de l'imageur 40. De cette façon, les éléments 130 à 133 sont placés dans un demi-espace situé à l'arrière de l'imageur 40. Par ailleurs, la partie du faisceau d'illumination 137 située avant le miroir de renvoi 134 est sensiblement parallèle au faisceau d'imagerie issu de l'objectif 41. Préférentiellement, l'angle entre ces deux faisceaux est inférieur à 10° . Préférentiellement, également, l'angle entre le plan de projection (défini par l'écran 46) et la partie du faisceau d'illumination 137 située avant le miroir de renvoi 134 est également inférieur à 10° . Les éléments 130 à 135 du système d'illumination, l'imageur 40, l'objectif 41 et les miroirs 42 à 44 peuvent donc occuper un espace parallélépipédique de hauteur et de profondeur réduites (suivant respectivement les axes y et z) et une longueur qui n'excède pas la largeur de l'écran 46.

La **figure 14** illustre une vue de face du moteur optique (à l'exception de la lampe 130 non représentée) présenté en regard de la figure 13 et mettant en évidence le positionnement des différents éléments.

La normale du miroir 43 faisant un angle β avec l'axe optique du faisceau incident 47, le grand axe de l'imageur 40 fait un angle égal à 2β avec la direction z (normale à l'écran 46). De même, le grand coté de la sortie du guide 16/9^{ème} 131 fait également un angle égal à 2β avec la

direction z (néanmoins le grand coté de la sortie du guide et le grand axe de l'imageur sont orientés d'une manière opposée).

Les figures 9 à 11 illustrent un troisième mode de réalisation d'un rétroprojecteur 9 selon l'invention, particulièrement bien adapté à une configuration avec un socle 98.

Le rétroprojecteur 9, comprend :

- un écran plat 96, de projection définissant un axe horizontal x, un axe vertical y, tous deux parallèles à l'écran 96, et un axe z normal à l'écran 96;
- des moyens d'illumination (non représentés en figure 9) générant un faisceau d'illumination ; et
- un imageur 90 créant un faisceau d'imagerie à partir du faisceau d'illumination; et
- un module de projection.

Le module de projection du projecteur 9 comprend lui-même :

- un système optique 91 ou objectif placé en face de l'imageur 90 dont l'axe optique est sensiblement parallèle à la direction y (axe optique sensiblement vertical) ;
- un premier miroir de renvoi 92 recevant un faisceau 97 d'imagerie émis par le système optique 91 et permettant de renvoyer le centre du faisceau 97 dans un plan peu incliné par rapport au plan horizontal xz ;
- un second miroir de renvoi 93 recevant le faisceau 97 renvoyé par le miroir 92 et positionné de sorte que le faisceau soit réfléchi vers un miroir hyperbolique 94 ;
- le miroir hyperbolique 94 (similaire au miroir 44 décrit précédemment) adapté à élargir le faisceau 97 et à le transmettre vers un troisième miroir de renvoi 95 ; et
- le miroir de renvoi 95 (similaire au miroir 45 illustré précédemment) parallèle à l'écran 46 et transmettant le faisceau 97 reçu du miroir hyperbolique vers l'écran 96.

A titre illustratif, les miroirs 92 et 93 font un angle égal respectivement à 52° et 18°. Ainsi, l'objectif 91 fait un angle de 22° par rapport à l'écran ($(90^\circ + 2 \times 18) - 2 \times 52^\circ = 22^\circ$).

Ainsi, comme indiqué sur la vue en perspective de la figure 9, les éléments optiques 90 à 94 sont dans le socle 98 qui peut être relativement

étroit (tout en maintenant une bonne tenue mécanique de l'ensemble), seule la base du socle 98 étant élargie pour assurer une bonne assise de l'ensemble. La largeur du socle, $p'3$, est par exemple égale à 250 mm et sa profondeur de 160 mm pour un écran de dimension 1106 mm x 620 mm.

5 Ainsi, il est possible de loger à la fois les éléments optique 90 à 94, la lampe et le système d'illumination de l'imageur. Ainsi, le module de projection est particulièrement bien adapté à un rétroprojecteur avec un socle, ou dans une configuration de projecteur frontal qui se déplie pour une image de type télévision ou cinéma avec un coté vertical plus petit que le coté horizontal.

10 La figure 10 (respectivement 11) présente schématiquement une vue de coté (respectivement de face) du rétroprojecteur 9, suivant l'axe x (respectivement z).

L'axe optique du système 91 est sensiblement dans le plan yz et fait un angle γ_1 avec l'axe vertical y. L'angle γ_1 selon l'exemple illustré est
15 égal à 22°. Selon une variante de réalisation, il est compris entre 20° et 24° avec les ouvertures choisies (qui correspondent à des incidences supérieures à 55°), ce qui permet de ne pas trop augmenter la surface du miroir 92 tout en évitant du vignetage.

Plus généralement, l'angle γ_1 est compris entre 20 et 24°, ce qui
20 permet déjà une réduction de la profondeur du rétroprojecteur par rapport à l'état de l'art. Préférentiellement, il est inférieur à 10° pour réduire encore plus fortement la profondeur du rétroprojecteur.

La figure 11 illustre schématiquement le rétroprojecteur 9 en vue de face suivant l'axe z.

25 La figure 15 présente un moteur optique équipant le rétroprojecteur 9. Le moteur optique comprend :

- une lampe 150 et son réflecteur associé;
- un guide 16/9^{ème} 151 (correspondant à l'écran 16/9^{ème} 96) ;
- 30 — des lentilles 152 et 153 ;
- un miroir de renvoi 154 plan ;
- une lentille 155 ;
- un prisme 156 ;
- l'imageur 90 ;
- 35 — l'objectif 91 ; et
- les miroirs 92 à 94.

La lampe 150 et son réflecteur émettent un faisceau d'illumination 157 qui est concentré à l'entrée du guide 151. A la sortie du guide 151, les lentilles 152 et 153 transmettent le faisceau 157 qui frappe le miroir 154. Le miroir 154 est incliné par rapport à l'axe optique du faisceau incident de sorte à renvoyer le faisceau 137 vers la lentille 155 qui est accolée au prisme 156. L'axe optique de la lampe 190, du guide 141 et des lentilles 142 et 143 est légèrement incliné par rapport au plan de projection associé à l'écran 46. Ainsi, la profondeur du rétroprojecteur 9 est réduite.

Le faisceau 157 pénètre alors dans le prisme 156 via la lentille 155 avant d'être réfléchi par une face opposée du prisme 156 vers l'imageur 90. La position des différents éléments du moteur optique et les distances focales des lentilles sont telles que la sortie du guide 151 est imagée sur l'imageur 90.

Après réflexion sur l'imageur 90, le faisceau 157 forme donc un faisceau représentatif d'une image 158 qui est renvoyé vers le prisme 156 avant de pénétrer dans le système optique 91 et d'être réfléchi par les miroirs 92, 93 et 94 comme indiqué précédemment.

Le faisceau optique 157 émis par la lampe 190 est orienté dans un sens inverse à celui du faisceau optique issu de l'imageur 90. De cette façon, les éléments 150 à 155 sont placés dans un demi-espace situé à l'avant de l'imageur 90. Par ailleurs, la partie du faisceau d'illumination 157 située avant le miroir de renvoi 154 est sensiblement parallèle au faisceau d'imagerie issu de l'objectif 91. Préférentiellement, l'angle entre ces deux faisceaux est inférieur à 10° . Selon d'autres modes de réalisation de l'invention, l'angle entre le plan de projection (défini par l'écran 96) et la partie du faisceau d'illumination 147 située avant le miroir de renvoi 154 est également inférieur à 10° . Les éléments 150 à 155 du système d'illumination, l'imageur 90, l'objectif 91 et les miroirs 92 à 94 peuvent donc occuper un espace parallélépipédique de hauteur, de largeur et de profondeur réduite et peuvent donc loger facilement dans le socle 98.

La figure 12 présente un système de projection frontale qui comprend un écran plat 121, vertical et un appareil de projection frontal 120 positionné, par exemple, sous un plafond en face de l'écran 121, de sorte à ce qu'il projette une image sur l'écran 121. L'appareil de projection 120 est séparé de l'écran 121. Par ailleurs, contrairement à un rétroprojecteur (où l'écran est éclairé par l'arrière), l'écran 121 du système de projection est éclairé sur sa face visible.

L'écran 121 définit un axe horizontal x , un axe vertical y , tous deux parallèles à l'écran 121 et un axe z normal à l'écran 121.

L'appareil de projection 120 comprend des éléments communs avec le rétroprojecteur 4 qui portent les mêmes références, notamment:

- 5 – des moyens d'illumination 130 à 136 ;
- un imageur 40 ;
- un système optique 41 placé en face de l'imageur 40 dont l'axe optique est sensiblement parallèle à la direction x ;
- 10 – un premier miroir de renvoi 42 recevant un faisceau 47 émis par le système optique 41 et permettant de renvoyer le centre du faisceau 47 dans un plan normal à l'écran 46 et défini par les axes yz ;
- un second miroir de renvoi 43 recevant le faisceau 47 renvoyé par le miroir 42 et positionné de sorte que le
- 15 – le miroir hyperbolique 44 adapté à élargir le faisceau 47 et à le transmettre vers l'écran 121.

20 Le miroir 45 n'est pas utile, puisqu'on peut éloigner l'appareil de projection 120 de l'écran sans, bien sûr, augmenter les dimensions de l'appareil 120 et le positionner de sorte que l'image soit projetée correctement sur l'écran 121 (le faisceau 47 n'est pas replié entre le miroir 44 et l'écran 121).

25 Selon des variantes de réalisation de l'invention, des caches similaires aux caches 80 à 82 illustrés en regard de la figure 8 sont ajoutés.

 Selon différentes variantes, la taille et la géométrie des miroirs 42, 43 et 44 peuvent être modifiées. Le miroir 44 peut notamment être asphérique.

30 Selon des variantes de réalisation de l'invention, les moyens d'imagerie sont similaires aux moyens 150 à 155 illustrés en regard de la figure 15, ce qui particulièrement bien adapté à un appareil de projection frontale, qui se déplie (la position pliée correspondant, par exemple, à un mode de rangement et la position dépliée à un mode de fonctionnement).

35 Ainsi, le module de projection est particulièrement bien adapté à un rétroprojecteur avec un socle, ou dans une configuration de projecteur frontal qui se déplie pour une image de type télévision ou cinéma avec un coté vertical plus petit que le coté horizontal.

La **figure 16** illustre un rétroprojecteur 16, selon une variante de réalisation de l'invention, avec miroir asphérique concave 164, sous une forme éclatée, et qui comprend :

- une source d'imagerie ou imageur 40;
- 5 – un objectif 161 éclairé par un faisceau d'imagerie produit par la source 40 ;
- le miroir asphérique concave 164 qui agrandit l'image tout en repliant le faisceau ;
- deux miroirs de repli plans 162 et 163 placés entre l'objectif 161 et le miroir concave 164 ;
- 10 – un miroir de repli 45 ; et
- un écran de rétroprojection 46.

Le rétroprojecteur 16 comprend des éléments similaires aux composants du rétroprojecteur 4, qui portent les mêmes références
15 (notamment les moyens générant un faisceau d'illumination tels qu'illustrés en regard de la figure 13 (lampe 130 et son réflecteur, guide 16/9^{ème} 131, lentilles 132 et 133, ...), l'imageur 40, objectif 20, miroir de repli 45 et écran 46) et ne seront pas décrits davantage.

L'axe de l'objectif 161 du rétroprojecteur 16 plié est horizontal. Le
20 faisceau d'imagerie issu de l'objectif 161 éclaire d'abord le miroir 162, incliné à 45°, par rapport à l'axe optique et perpendiculaire à l'écran 16 : le faisceau est ainsi renvoyé dans une direction parallèle à l'écran 16, son axe optique étant dans un plan normal à l'écran 16. Ensuite, le faisceau réfléchi par le miroir 162 éclaire le miroir 163, incliné à 45°, par rapport à l'axe optique et
25 dont la normale est perpendiculaire à l'écran 16 : le faisceau est ainsi renvoyé dans une direction perpendiculaire à l'écran 16 pour éclairer le miroir concave 164. Le faisceau d'imagerie 165 non plié par les miroirs plan de repli 162, 163 et 45 a été représenté en pointillés sur la figure 16.

D'une manière générale, tous les axes optiques des différents
30 éléments du système de projection déplié sont perpendiculaires au plan de projection supposé vertical ; ils sont donc horizontaux (pour un système représentée sous une forme dépliée).

Néanmoins, selon des variantes de réalisation qui peuvent permettre le logement plus facile de la partie illumination (inclinaison du
35 cœur optique d'illumination, boîtier de lampe, carte électronique rattachée à l'imageur 40), l'axe réel de l'objectif est incliné. En effet, l'axe d'un élément du système de projection peut devenir non horizontal après un pliage par un

miroir de repli. Par exemple si le grand miroir est incliné, tous les éléments suivants seront aussi inclinés de l'angle double, en particulier le miroir concave. Préférentiellement, l'angle entre l'axe de l'objectif et le plan de projection est inférieur ou égal à 10°. De même, préférentiellement, l'angle

5 entre l'axe de l'objectif et le grand coté de l'image projetée sur l'écran est inférieur ou égal à 10°. Préférentiellement, le miroir 162, fait un angle compris entre 40° et 50° avec un plan normal à l'écran 46.

La partie optique du projecteur possède un axe optique 166, le faisceau optique produit 165 étant décentré (et donc l'imageur 40) par rapport à cet axe 166. Le miroir concave 164 est tel que, vu de l'écran 46, le

10 faisceau 165 semble provenir d'une zone pupillaire, correspondant à une pupille PF située entre le miroir 164 et l'écran 46 sur le trajet du faisceau d'imagerie 165.

Le miroir asphérique concave 164 a une forme de révolution dont

15 la surface réfléchissante suit l'équation de surface asphérique suivante :

$$Z(r) = \frac{r^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+c)(r/R)^2}} + a_1 r + a_2 r^2 + a_3 r^3 + a_4 r^4 + a_5 r^5 + a_6 r^6 + \dots$$

où :

- r représente la distance à l'axe optique pour un point donné
 - Z représente la distance de ce point à un plan perpendiculaire à l'axe optique ;
 - le coefficient c est la conique
 - le paramètre R correspond au rayon de courbure de la surface ;
 - les paramètres a_1, a_2, \dots, a_i sont des coefficients d'asphéricité respectivement d'ordre 1, 2 et i .
- 20
- 25

Selon une variante de réalisation, le miroir 164 est hyperbolique (c'est-à-dire avec des coefficients a_i nuls selon l'équation de $Z(r)$ ci-dessus).

La **figure 19** présente plus en détail l'objectif 161.

L'objectif 161 comprend un groupe arrière de lentilles 190 à 193

30 et un groupe avant de lentilles 194 à 196.

La dernière lentille 196 de l'objectif 161, sur le trajet du faisceau d'imagerie est préférentiellement une lentille de type ménisque asphérique dont la forme est adaptée aux paramètres du miroir concave 164 ; sa forme

suit donc préférentiellement une équation de surface asphérique comme présenté précédemment.

A titre illustratif, dans un mode de réalisation particulier le rayon R du miroir concave 164 est égal à 60, les paramètres c , et $a1$ à $a8$ valent respectivement $-1,59311\text{mm}$; 0 ; 0 ; $-8,9410^{-6}$; 0 ; $1,64.10^{-9}$; $-9,74.10^{-13}$; $-7,84.10^{-14}$ et $2,31.10^{-16}$. Le rayon R de la première surface (coté imageur) du ménisque 196 est égal à 44,94711mm, les paramètres c , et $a1$ à $a8$ valent respectivement 0 ; 0 ; 0 ; $-3,110^{-4}$; $2,88.10^{-5}$; $1,96.10^{-6}$; $7,14.10^{-8}$; $4,15.10^{-10}$ et $-4,30.10^{-10}$. Le rayon R de la deuxième surface (coté imageur) du ménisque 196 est égal à 29.49554mm, les paramètres c , et $a1$ à $a8$ valent respectivement 0 ; 0 ; 0 ; $-2,710^{-4}$; $9,97.10^{-6}$; $6,34.10^{-7}$; $-1,41.10^{-7}$; $8,98.10^{-9}$ et $-1,78.10^{-10}$.

Le rétroprojecteur 16 présente l'avantage d'avoir une hauteur h' sous écran relativement faible, typiquement comprise entre 10 et 20 cm pour un écran de diagonale d'environ 1,50m. Cette hauteur h' est en effet suffisante pour loger l'objectif 161 et le miroir 164 tout en formant une image correcte sur l'écran 46 sans que le faisceau d'imagerie 165 ne rencontre l'objectif 161. Préférentiellement, la hauteur h' est égale au cinquième (environ) de la hauteur de l'écran ; plus précisément, la hauteur h' est inférieure ou égale à la hauteur de l'écran divisé par 5. Elle peut également dépendre du grandissement de l'objectif 161 ou du miroir concave 164, et du système d'illumination (taille du réflecteur de la lampe). Ainsi, pour un projecteur avec écran de 50" et DMD HD3, la hauteur h' est, par exemple, inférieure à 20 cm et typiquement égale à 12 cm.

Selon une variante de l'invention, l'axe de l'objectif 161 du rétroprojecteur 16 plié n'est pas horizontal, le rétroprojecteur 16 comprenant deux ou plus miroirs de repli positionnés entre l'objectif et le miroir concave 164, pour renvoyer le faisceau dans une direction sensiblement perpendiculaire et préférentiellement perpendiculaire à l'écran 46.

Selon d'autres variantes de réalisation de l'invention, l'axe du faisceau d'imagerie éclairant le miroir concave positionné après la première image sur le trajet du faisceau d'imagerie n'est pas horizontal. La forme du miroir concave est alors calculée pour construire une seconde image sur un plan de projection correspondant à l'écran de projection.

Le grand coté de l'imageur 40 du rétroprojecteur 16 est vertical (pour un écran de projection 46 vertical avec un grand coté horizontal).

Le rétroprojecteur 16 permet d'éliminer la contrainte de taille des lentilles de l'objectif 161 pour qu'il ne coupe pas le faisceau 165 de retour du miroir 164. Selon la configuration du rétroprojecteur 16, on peut également mettre en œuvre des lentilles plus grosses car elles sont sous le faisceau
5 165 (on a une séparation plus facile des champs).

La **figure 17** présente les différentes images formées par le rétroprojecteur 16 (les faisceaux d'imagerie étant représentés dépliés).

Le rayon 174 représente le rayon central du faisceau d'imagerie 165 et les rayons 173 et 175 deux rayons extrêmes.

10 La pupille de sortie *PS* de l'objectif 161 forme une image *IS* située avant le miroir 164 sur le trajet du faisceau 165. L'objectif 161 agrandit l'image objet formée sur l'imageur 40 pour former l'image *IS* d'un facteur de grandissement *G*. Le facteur de grandissement *G* associé à l'objectif 161 est préférentiellement compris entre 1 et 10, et encore plus préférentiellement
15 entre 5 et 9.

Le miroir 164 associe la pupille de sortie *PS* à une pupille *PF* où les rayons du faisceau d'imagerie se croisent dans une zone relativement réduite. La forme du miroir 164 est calculée pour créer une image *IF* correspondant à l'image *IS* projetée sur un plan de projection où est situé
20 l'écran 46. Le miroir concave 164 agrandit l'image *IS* pour former l'image *IF* d'un facteur d'agrandissement *G'*. Le facteur de grandissement *G'* associé au miroir concave 164 est préférentiellement supérieur au facteur de grandissement *G* associé à l'objectif 161.

L'utilisation d'un miroir concave 164 positionné après la première
25 image sur le trajet dudit faisceau d'imagerie présente l'avantage que la partie basse du faisceau d'imagerie correspondant au rayon 172 est relativement haute et permet donc de loger plus facilement des éléments optiques proche de l'écran (dans le cas d'un rétroprojecteur) et ne perturbant pas la propagation des faisceaux entre le miroir concave et
30 l'écran.

Selon une variante de réalisation, Le facteur de grandissement *G'* associé au miroir concave 164 est supérieur à 10.

Le miroir concave 164 est préférentiellement situé en dessous de l'axe optique. Préférentiellement, l'axe optique du système avant le miroir
35 concave 164 est horizontal et proche du point bas de l'écran 46.

La **figure 18** illustre les propriétés optiques du rétroprojecteur 16. Plus précisément, l'imageur 40 crée une première image comprenant deux

points *A* et *B* indiqués à titre illustratif. De ces deux points *A* et *B*, sont issus respectivement deux faisceaux 182 et 183 qui forment après passage dans l'objectif 161 comprenant au moins une lentille 180 et une pupille de sortie *PS* 181 deux points *A'* et *B'* appartenant à l'image *IS* créée par l'objectif 161.

5 Les faisceaux 183 et 182 se réfléchissent respectivement dans des zones *A''* et *B''* non ponctuelles sur le miroir 164 et convergent dans une zone correspondant à la pupille *PF*, image de la pupille *PS* par le miroir 164.

On note que la pupille *PF* est relativement proche du miroir 164 et que la pupille *PS* est plus éloignée du miroir 164. Typiquement, la distance
10 de la zone pupillaire de sortie *PF* au vertex du miroir concave 164 est comprise entre 25 mm et 60 mm. Préférentiellement, la distance de pupille de sortie 181 au miroir concave 21 doit être la plus grande possible.

L'homme du métier pourra, en outre, définir l'objectif et le miroir
15 concave de repli et qui construit une seconde image sur un plan de projection à partir d'une première image positionnée avant le miroir concave, pour notamment adapter les corrections d'astigmatismes et de distorsions optiques selon des critères particuliers et les répartir entre les différents optiques du système de projection.

Selon une variante de réalisation de l'invention, le projecteur 16
20 est équipé d'un cache associé à au moins un des miroirs de renvoi 162 et 163 pour empêcher la propagation des rayons parasites.

Selon une variante de réalisation de l'invention, le projecteur
comprend un socle similaire au socle 98 qui peut être relativement étroit (tel
que décrit en regard de la figure 9) et qui comprend des éléments optiques
25 similaires aux éléments du projecteur 16, (notamment un miroir concave)
dont les axes optiques correspondent à ceux illustrés dans le projecteur 9
pour les éléments correspondant (notamment l'angle γ_1 que fait l'axe de
l'objectif avec l'écran et qui est, préférentiellement, inférieur ou égal à 25°).

Selon une variante de réalisation de l'invention, le projecteur est
30 de type projecteur frontal mettant en œuvre un miroir courbe concave. Ainsi,
un tel projecteur comprend, par exemple, les éléments du projecteur 16 à
l'exception du miroir de repli situé après le miroir concave et l'écran, dans
une configuration similaire à celle du projecteur 16 pour les éléments du
moteur optique et des miroirs de repli et à celle du projecteur illustré en
35 regard de la figure 12 pour les parties spécifiques à la projection frontale.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux modes de
réalisation décrits précédemment.

En particulier, le rétroprojecteur suivant l'invention comprend un miroir courbe qui peut être notamment asphérique ou hyperbolique pour assurer l'agrandissement du faisceau.

Le miroir courbe est notamment un miroir concave ou convexe.

- 5 L'invention est également compatible avec un miroir courbe en partie concave ou convexe (par exemple, miroir en partie concave et en partie convexe, ou miroir en partie plan et en partie concave ou convexe, ou miroir en partie plan, en partie concave et en partie convexe).

- 10 L'invention s'applique à tout projecteur dont l'encombrement est réduit, notamment au cas où une partie latérale placée à côté, au dessus ou au dessous de l'écran et comprenant des éléments optiques.

- 15 Les surfaces de renvoi planes situées entre l'objectif et le miroir convexe ou entre la lampe et l'image peuvent être, selon l'invention de tout type et notamment des surfaces réfléchissantes ou semi-réfléchissantes de type miroir ou prismes avec une face réfléchissante.

- 20 Le nombre et le positionnement des surfaces de renvoi réfléchissantes ou semi-réfléchissantes placées entre l'objectif et le miroir convexe sur le trajet du faisceau d'imagerie ne sont pas non plus limités aux modes de réalisation décrits précédemment. Ainsi, selon l'invention, il peut y avoir deux ou plus surfaces de renvoi placées entre le système optique et le miroir convexe sur le trajet du faisceau d'imagerie, notamment deux, trois ou quatre. Ainsi, selon l'invention, des modes de réalisation peuvent mettre en œuvre trois, quatre ou encore plus de surfaces de renvoi permettant de rediriger le faisceau d'imagerie dans différents plans non perpendiculaires à l'écran (par exemple dans une configuration où l'objectif est placé sensiblement verticalement sur une partie latérale du projecteur, une première surface réfléchissante renvoyant le faisceau d'imagerie horizontalement vers une deuxième surface réfléchissante qui renvoie le faisceau verticalement vers une troisième surface de renvoi qui redirige le faisceau vers un miroir convexe).

- 30 De même, le nombre et le positionnement des surfaces de renvoi réfléchissantes ou semi-réfléchissantes (notamment miroirs ou prismes avec une face réfléchissante) placées entre la source d'illumination et l'imageur sur le trajet du faisceau d'illumination ne sont pas non plus limités aux modes de réalisation décrits précédemment. Ainsi, selon l'invention, il peut y avoir deux ou plus surfaces de renvoi placées entre la source d'illumination et l'imageur sur le trajet du faisceau d'illumination, notamment deux, trois ou

quatre. Ainsi, selon l'invention, des modes de réalisation peuvent mettre en œuvre trois, quatre ou encore plus de surfaces de renvoi permettant de rediriger le faisceau d'illumination vers l'imageur.

REVENDICATIONS

1. Module de projection destiné à projeter une image sur un écran (46, 96, 121) définissant un plan de projection déterminé, ledit module
5 comprenant :
 - un objectif (41, 91, 161), qui comprend des moyens d'émission d'un faisceau d'imagerie (47, 97) ; et
 - un miroir courbe (44, 94, 164),caractérisé en ce que ledit module comprend au moins deux surfaces de
10 renvoi (42, 43, 92, 93, 162, 163) dudit faisceau d'imagerie, placées sur le trajet dudit faisceau d'imagerie entre ledit objectif et ledit miroir courbe.
2. Module selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit miroir courbe (44, 94, 164) est hyperbolique.
3. Module selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé
15 en ce que l'angle entre l'axe dudit objectif et ledit plan de projection est inférieur ou égal à 10° .
4. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, l'image projetée étant rectangulaire, l'angle entre l'axe dudit objectif et le grand coté de l'image projetée sur ledit écran est inférieur ou
20 égal à 10° .
5. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, l'image projetée étant rectangulaire, l'angle entre l'axe dudit objectif et le petit coté de l'image projetée sur ledit écran est inférieur ou égal à 25° .
- 25 6. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une desdites surfaces de renvoi est adaptée à rediriger le faisceau d'imagerie, issu de l'objectif vers ledit miroir courbe dans un plan perpendiculaire audit plan de projection.
7. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé
30 en ce qu'au moins une desdites surfaces de renvoi fait un angle compris entre 40° et 50° avec un plan normal audit plan de projection.
8. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdites surfaces de renvoi sont planes.
9. Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé
35 en ce qu'il comprend au moins un cache (80, 81, 82) associé à au moins une desdites surfaces de renvoi et adapté à empêcher la propagation de rayons parasites (83, 84, 85).

- 10.** Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ledit miroir courbe (44, 94) est au moins en partie convexe.
- 11.** Module selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit miroir courbe (44, 94) est convexe.
- 5 **12.** Module selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ledit miroir courbe (164) est au moins en partie concave.
- 13.** Module selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit miroir courbe (164) est concave.
- 14.** Moteur optique pour appareil de projection, ledit moteur étant destiné
- 10 à projeter une image sur un écran définissant un plan de projection déterminé, ledit moteur comprenant :
- un imageur (40, 90) adapté à créer ledit faisceau d'imagerie (47, 97); et
 - des moyens d'illumination comprenant eux-mêmes une source
- 15 lumineuse (130, 150) et des moyens de focalisation (132, 133, 135, 152, 153, 155), créant un faisceau d'illumination (137, 157) et des moyens de renvoi dudit faisceau d'illumination vers ledit imageur ;
- caractérisé en ce que ledit moteur comprend, en outre, ledit module selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 et en ce que lesdits moyens de
- 20 renvoi dudit faisceau d'illumination comprennent au moins deux surfaces de renvoi (134, 136, 154, 156) dudit faisceau d'illumination, distinctes.
- 15.** Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que la partie dudit faisceau d'illumination non réfléchie par une desdites surfaces de renvoi fait un angle inférieur à 10° avec la partie dudit faisceau d'imagerie non
- 25 réfléchie par une desdites surfaces de renvoi.
- 16.** Appareil de projection (4, 8, 9, 120), caractérisé en ce qu'il comprend un module de projection selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.
- 17.** Appareil de projection (4, 8, 9) selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend un écran de projection (46, 96), ledit module éclairant
- 30 ledit écran par l'arrière.

ETAT DE L'ART

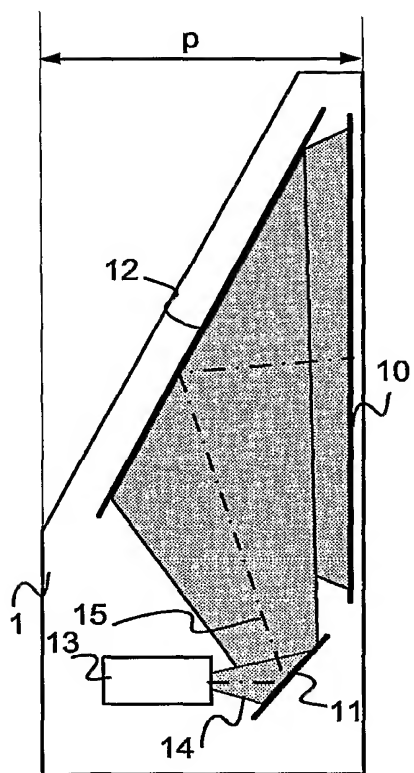


Figure 1

ETAT DE L'ART

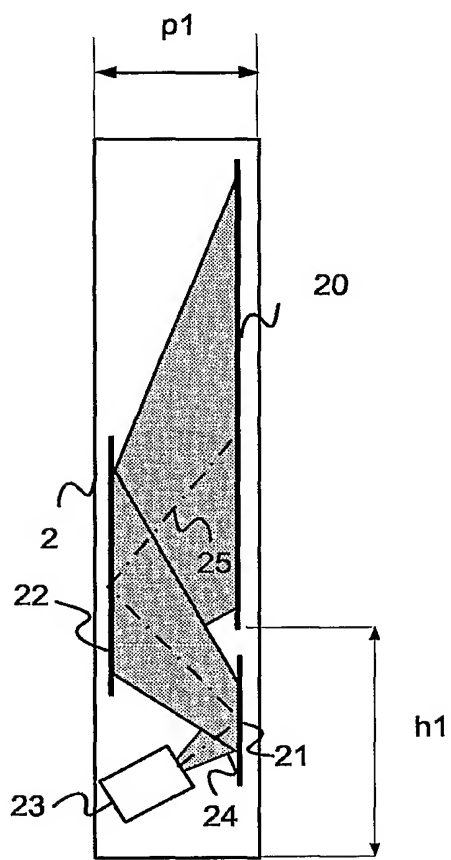


Figure 2

2/16

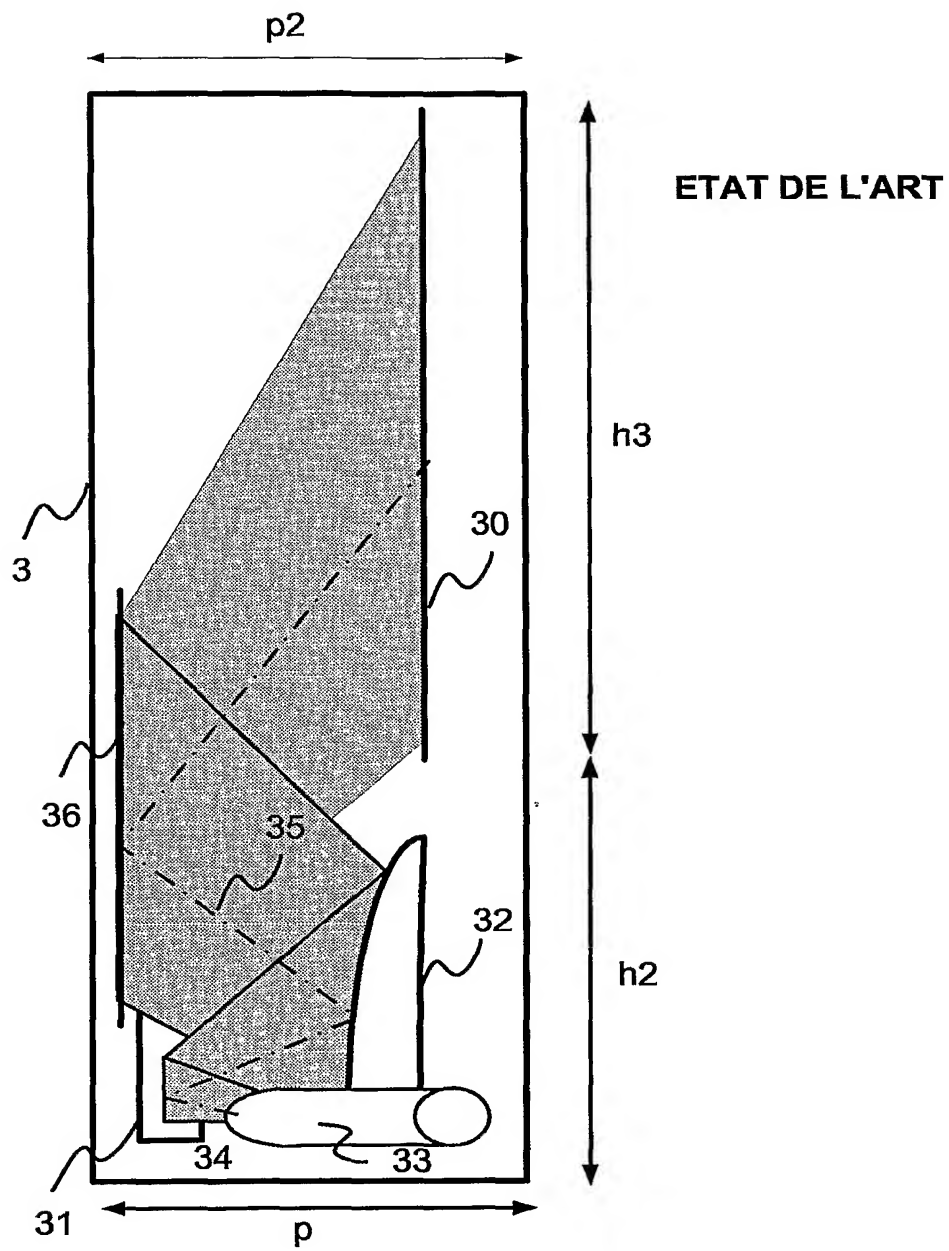


Figure 3

3/16

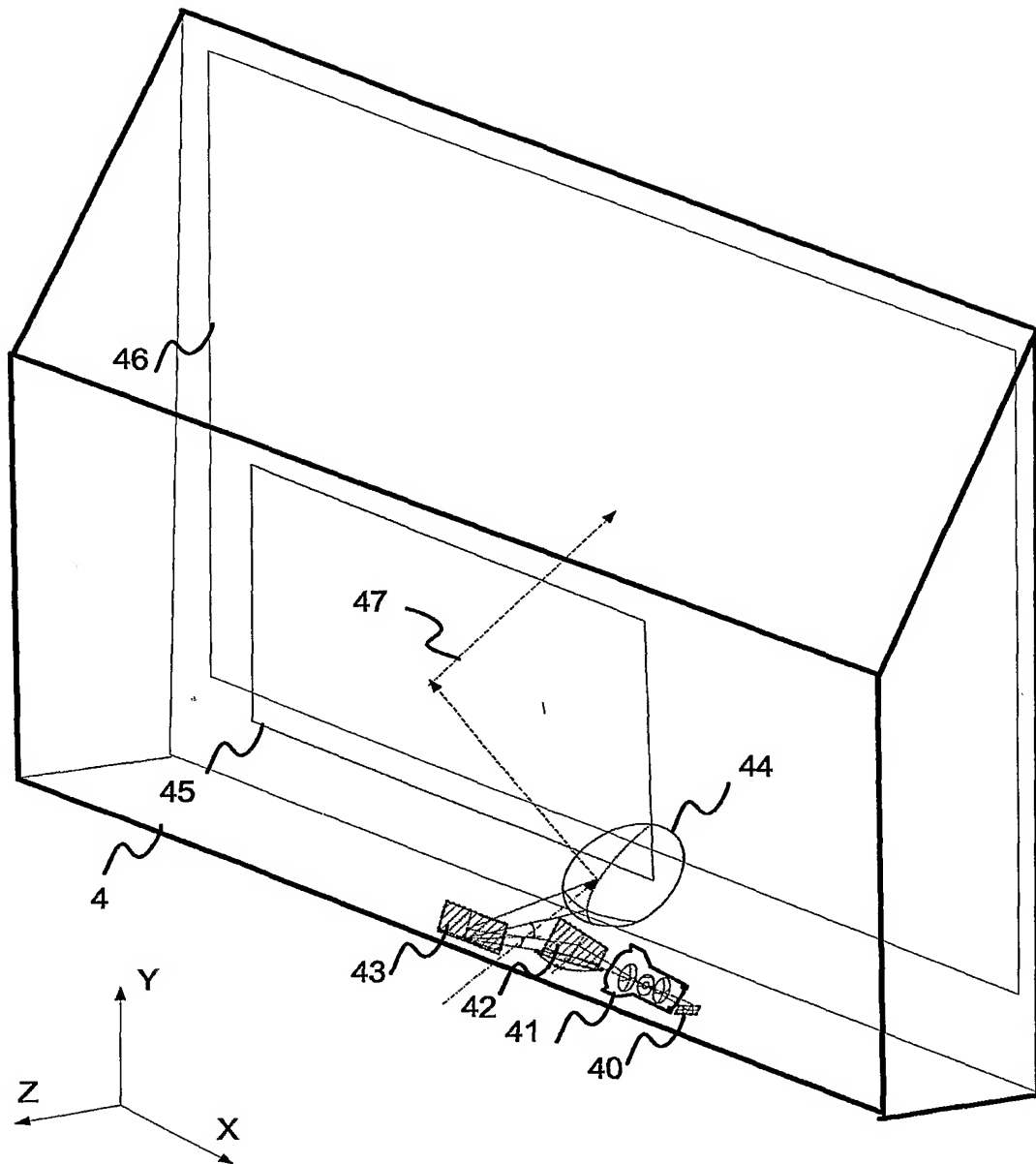


Figure 4

4/16

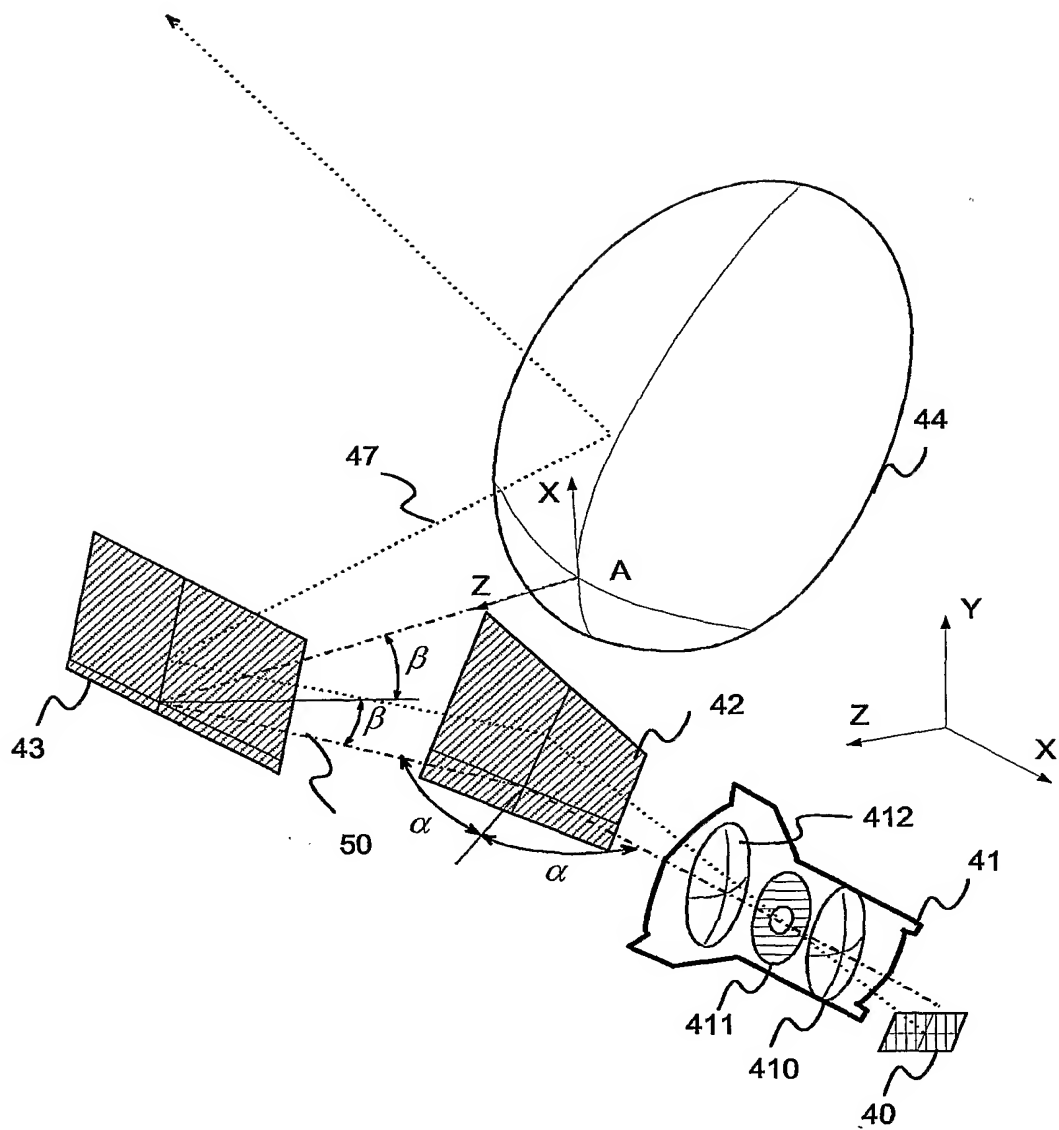


Figure 5

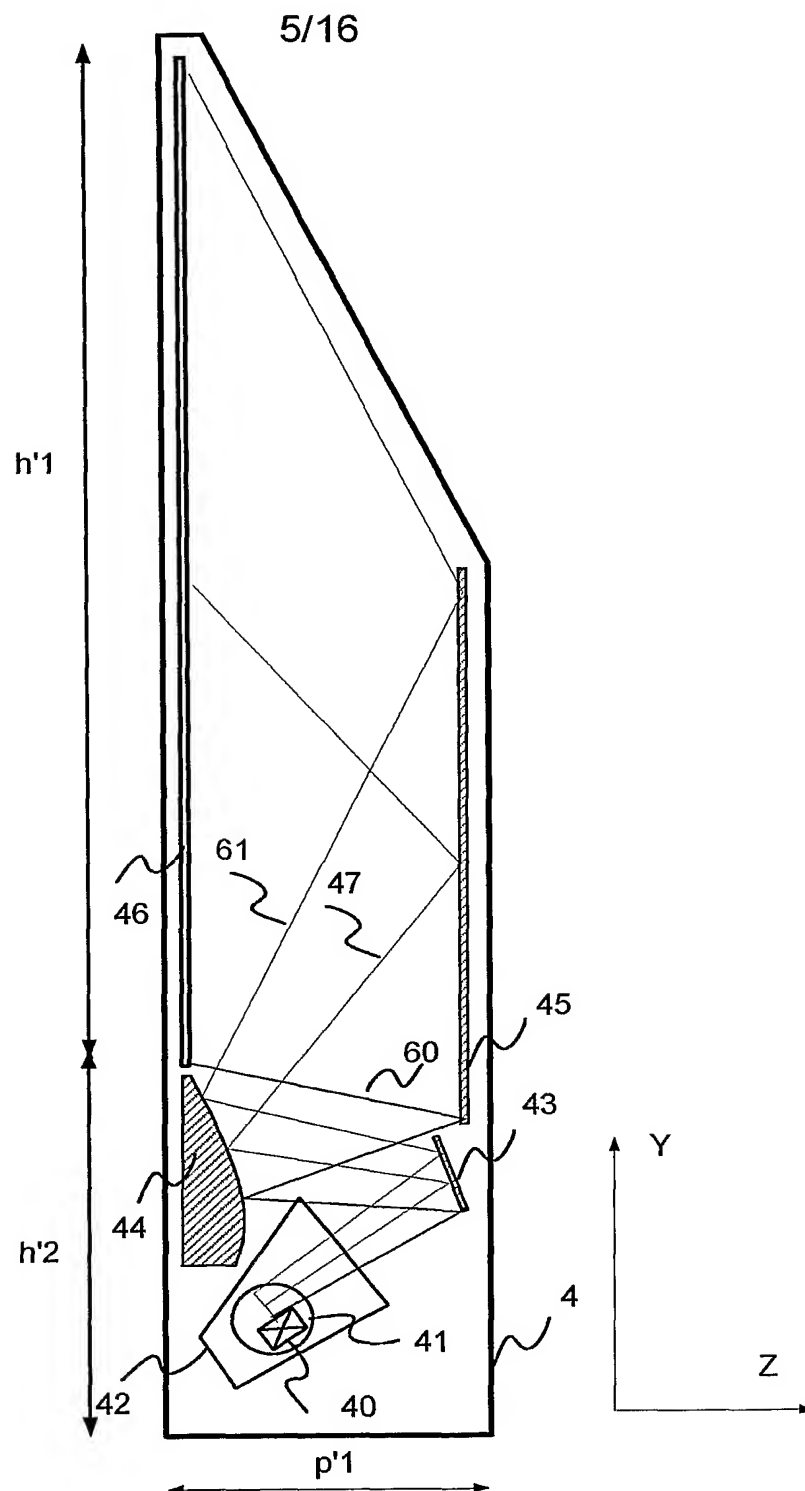


Figure 6

6/16

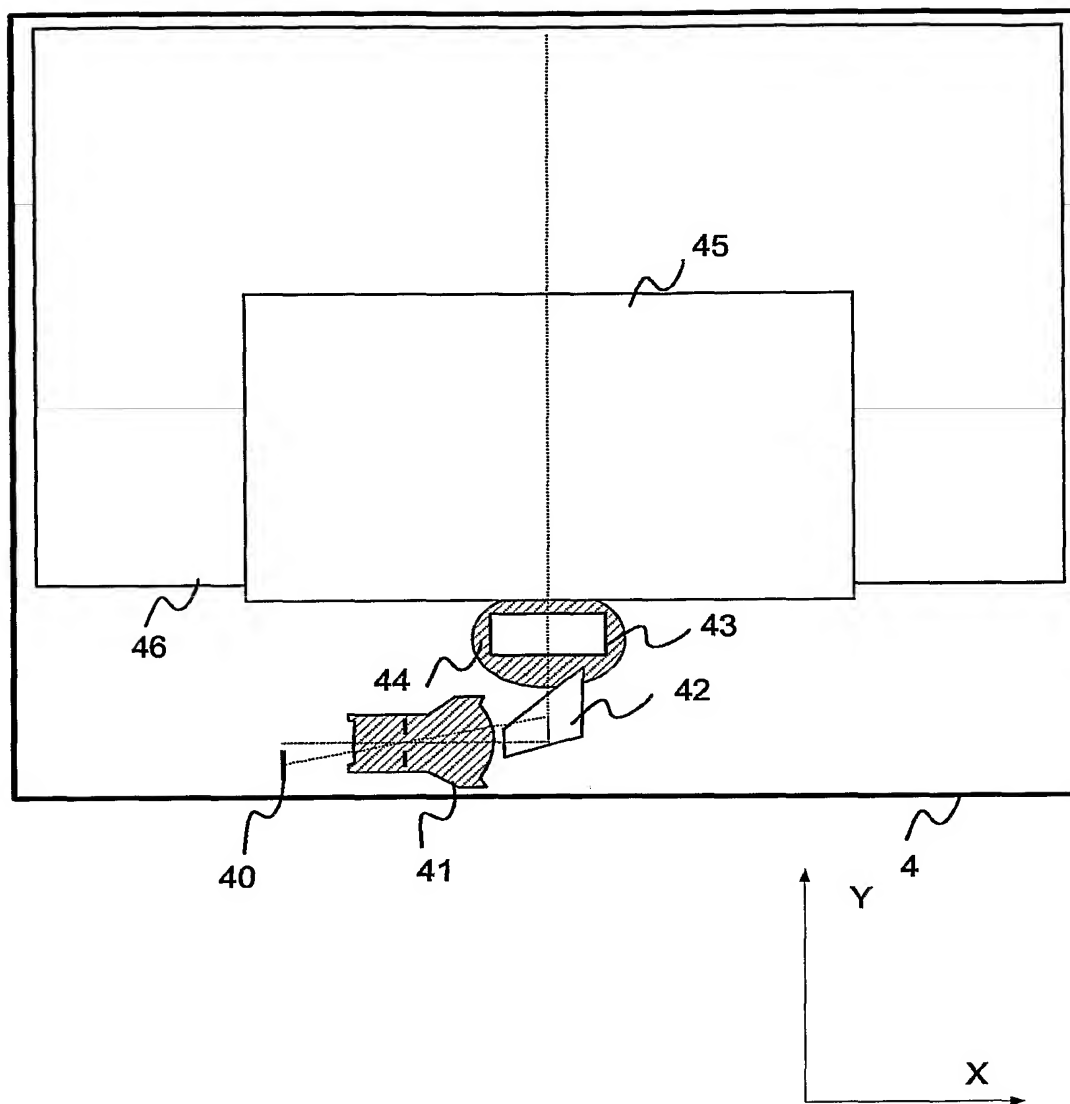


Figure 7

8/16

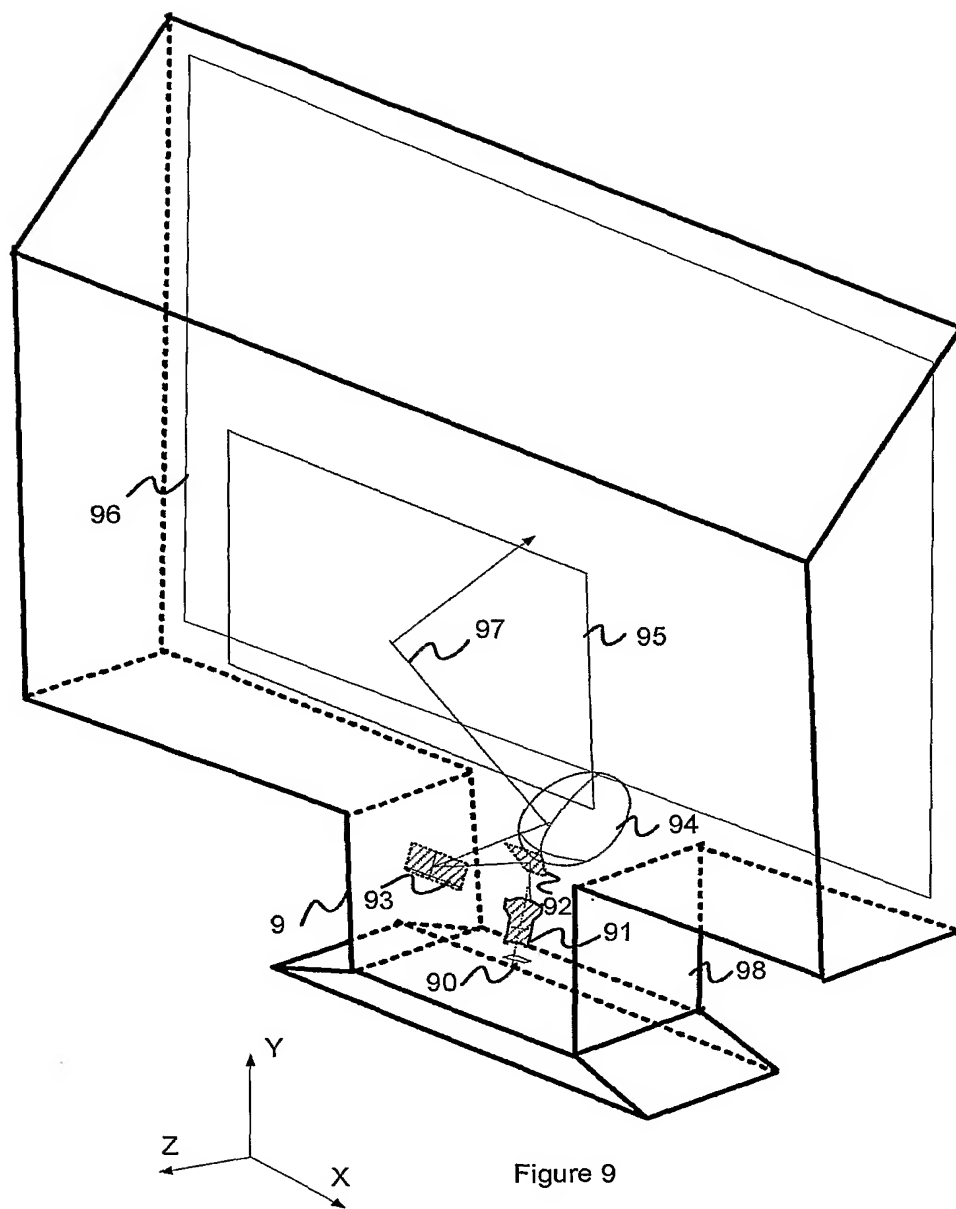
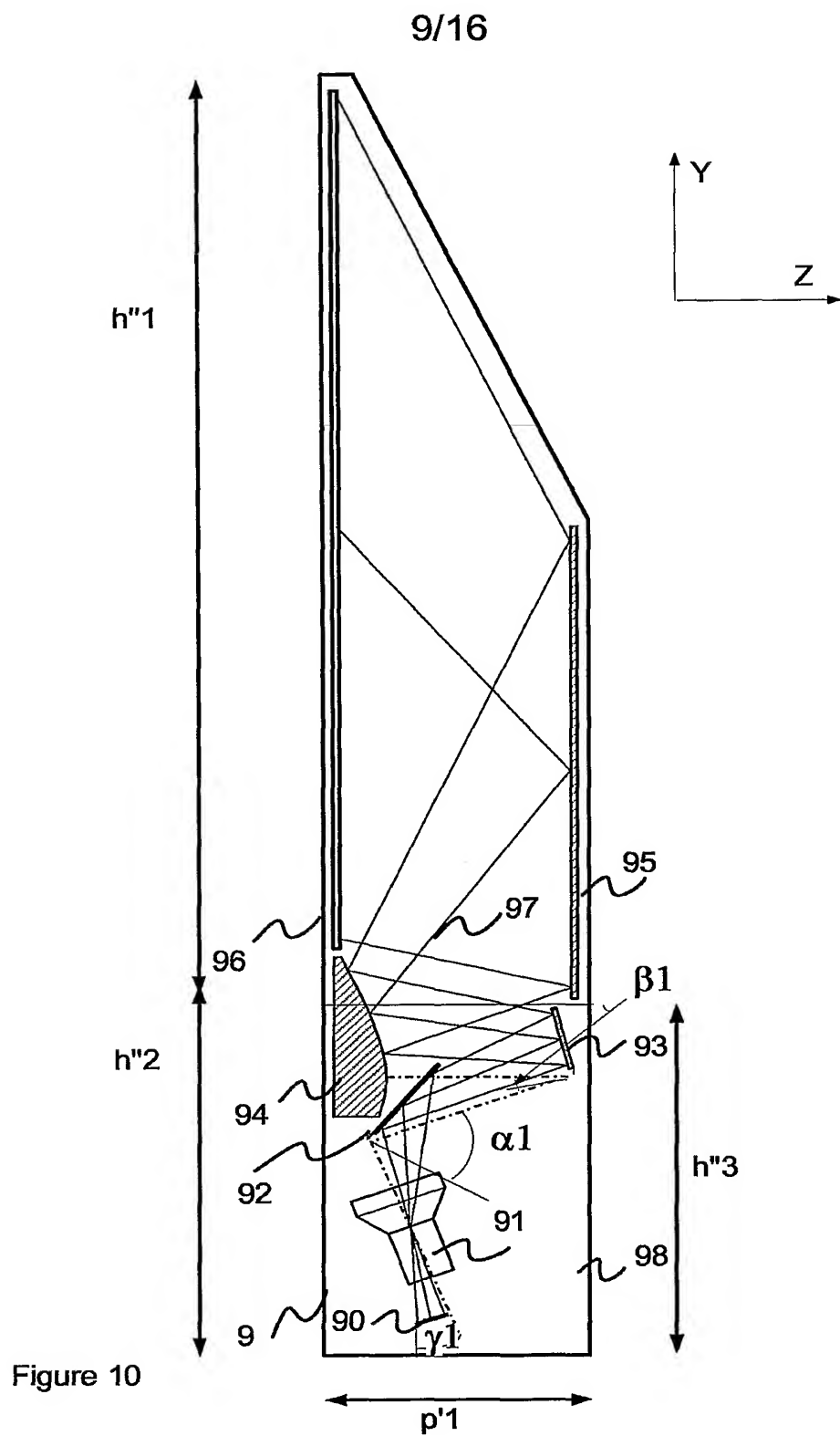


Figure 9



10/16

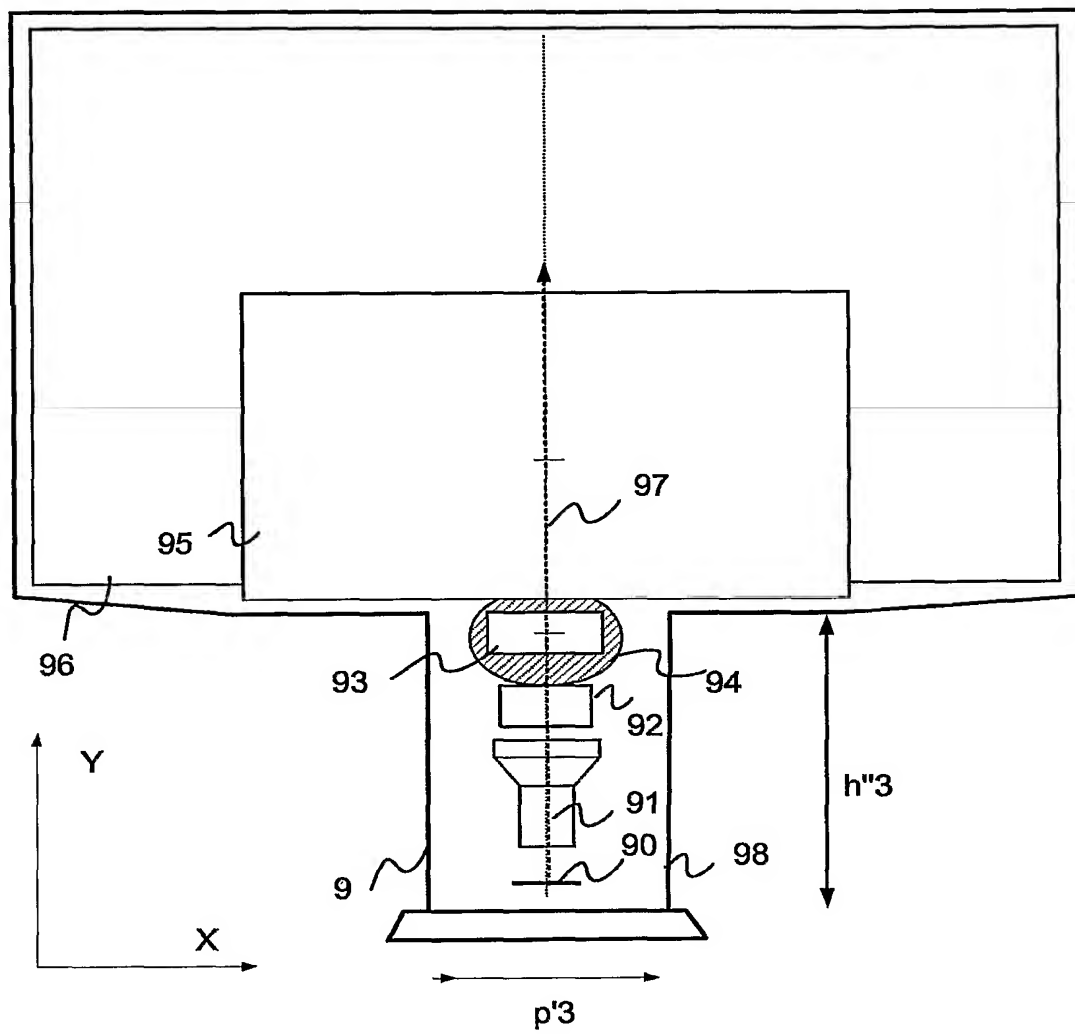


Figure 11

11/16

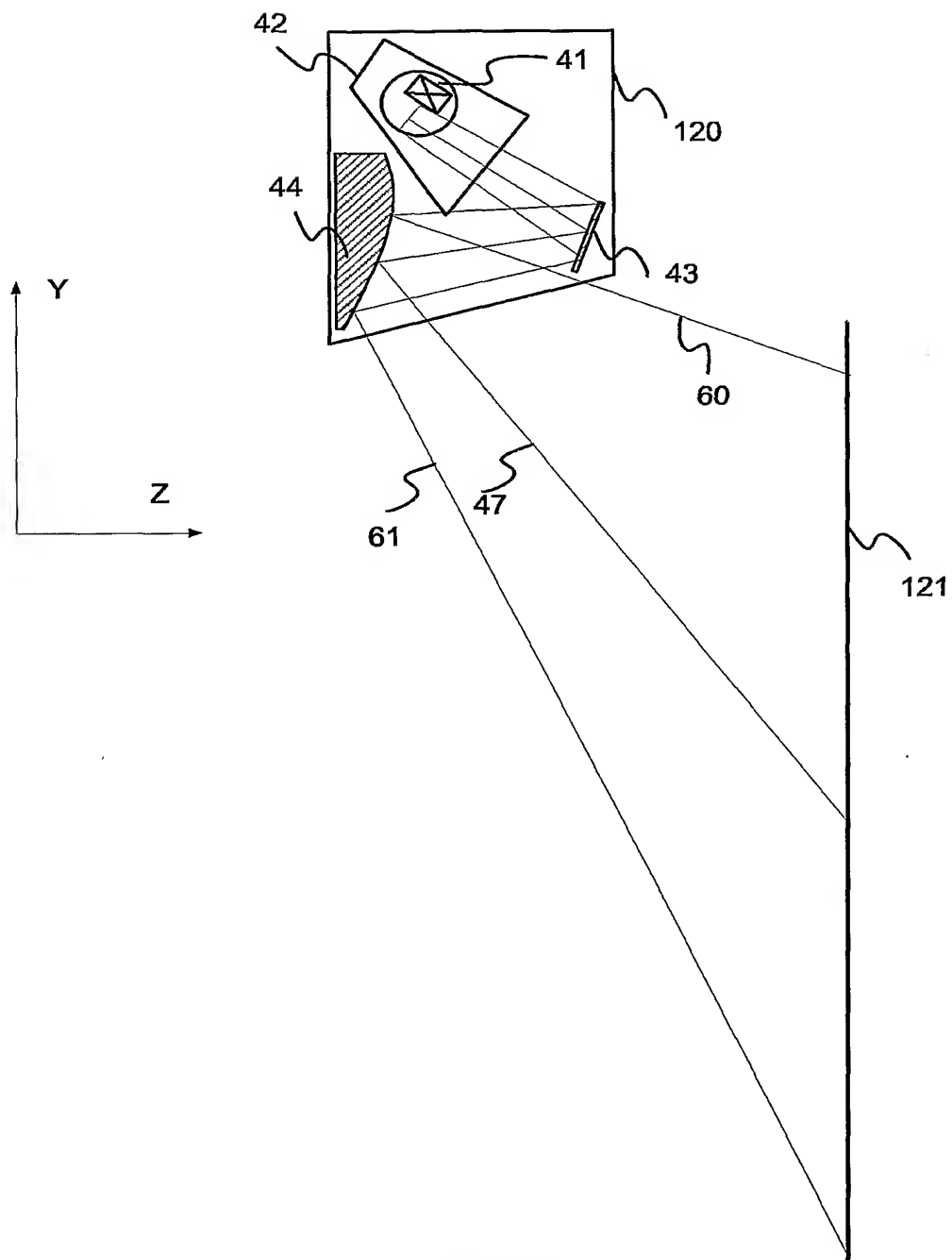


Figure 12

12/16

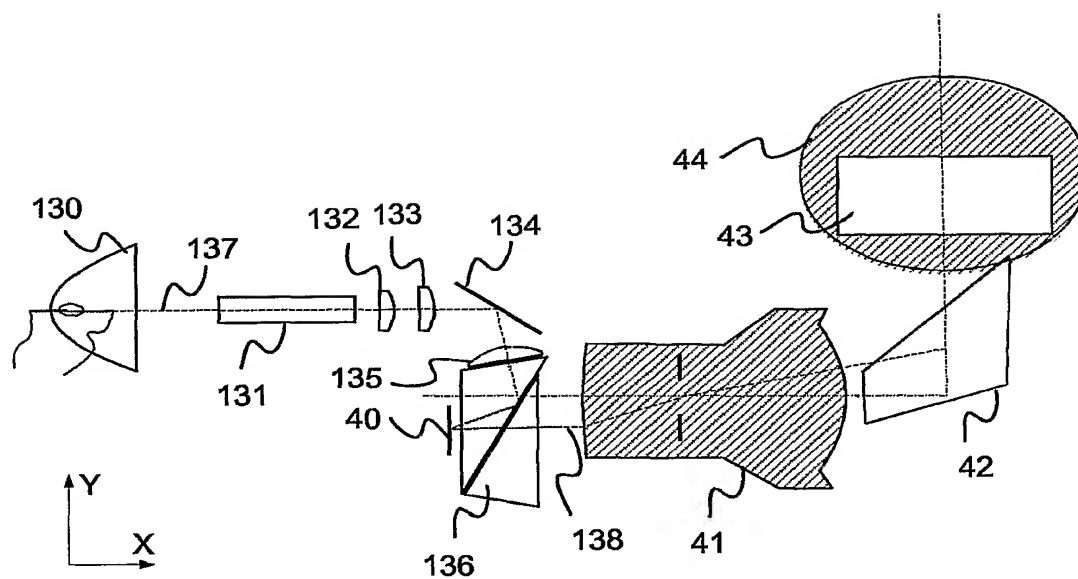


Figure 13

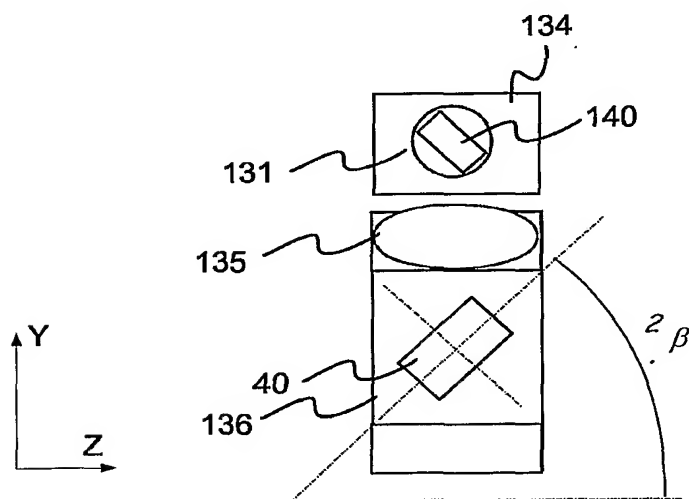


Figure 14

13/16

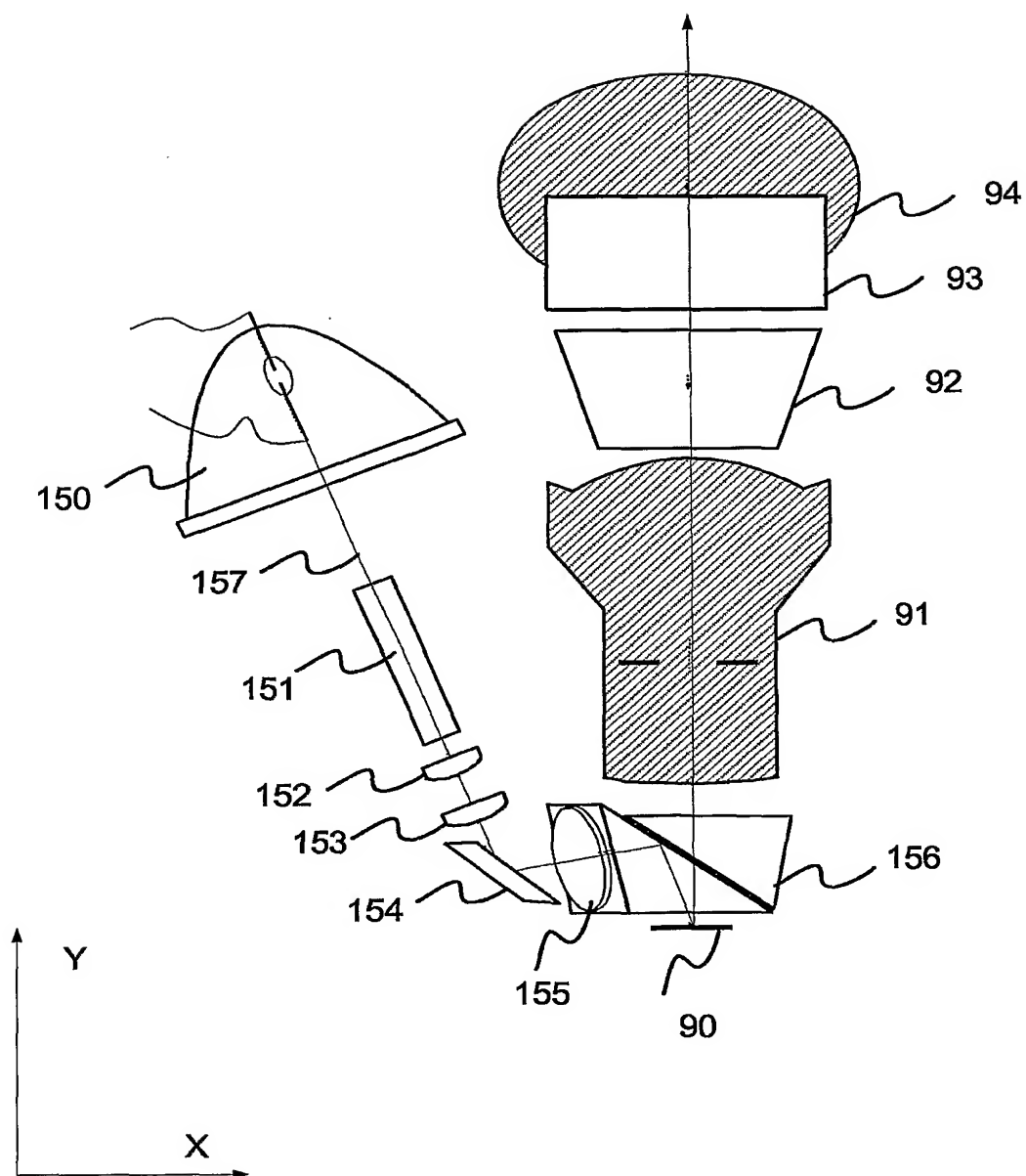


Figure 15

15/16

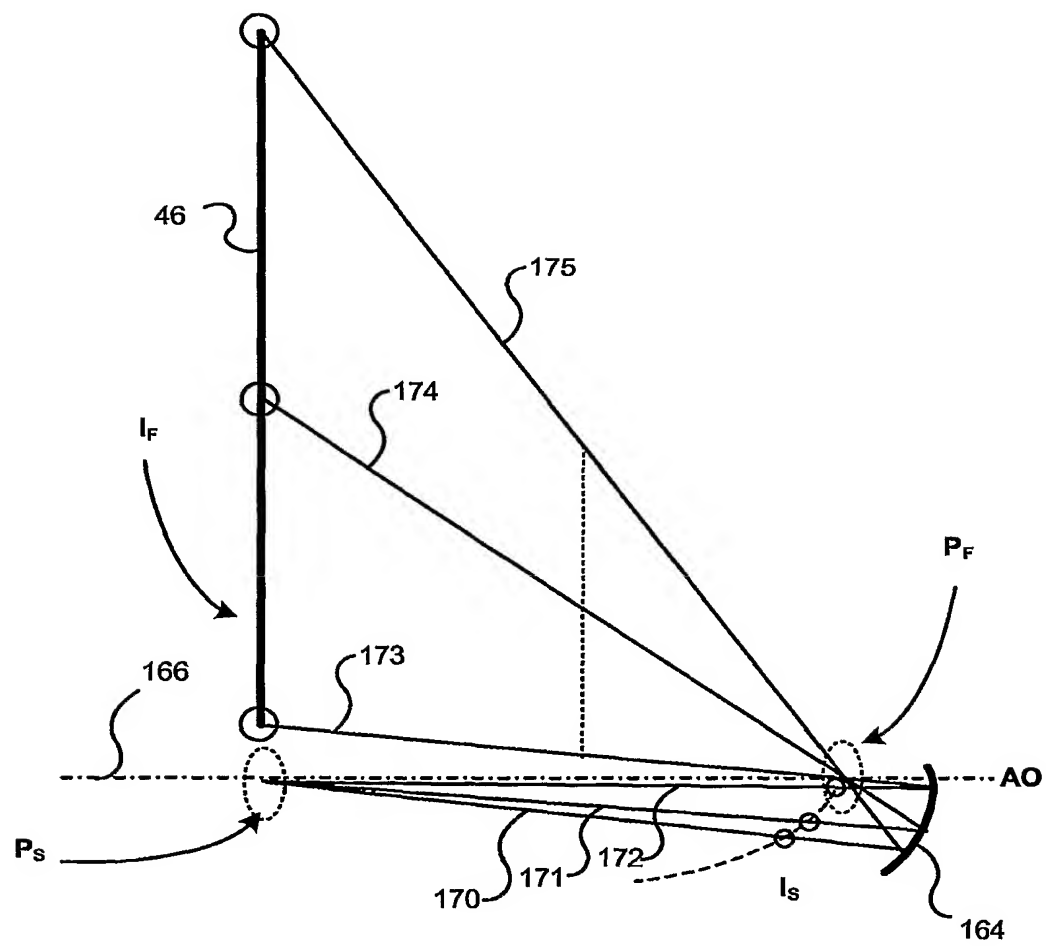


Fig. 17

16/16

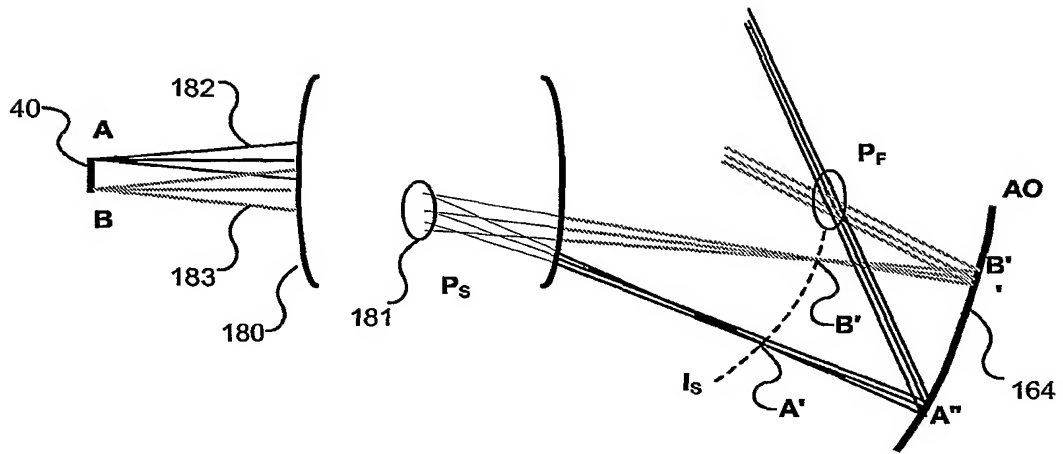


Fig. 18

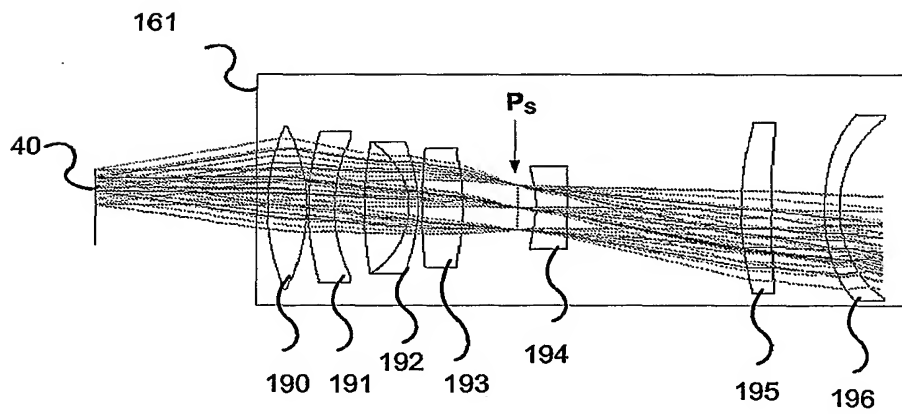


Fig. 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/051432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G03B21/10 G03B21/28 G02B27/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03B G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/181130 A1 (OHZAWA SOH) 5 December 2002 (2002-12-05)	1,3,4, 6-8,10, 11,16,17
A	paragraphs '0021! - '0028!, '0040! - '0045!; figures 1,7	2,5,9, 12-15
X	EP 1 203 977 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 May 2002 (2002-05-08) cited in the application paragraphs '0353! - '0365!, '0407! - '0427!, '0509! - '0538!; claim 1; figures 25-27,44-46,65,66	1,3,4, 6-8,10, 11,14-17
A	DE 197 37 861 C1 (LDT GMBH & CO. LASER-DISPLAY-TECHNOLOGIE KG, 07552 GERA, DE) 4 March 1999 (1999-03-04) column 9, line 22 - column 10, line 36; figures 4-8	1-5, 10-13, 16,17
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 2005

Date of mailing of the international search report

22/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bähr, A

International Application No
PC1/EP2005/051432

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 716 118 A (SATO ET AL) 10 February 1998 (1998-02-10) cited in the application column 1, line 5 - column 6, line 44; figures 31-33 -----	1-5, 12, 13, 16, 17
A	US 2002/057421 A1 (KUREMATSU KATSUMI ET AL) 16 May 2002 (2002-05-16) paragraphs '0004! - '0007!, '0044! - '0051!, '0064! - '0067!; figures 1, 4, 6 -----	1-5, 10-13, 16, 17
A	US 4 129 364 A (DIETZ BERNHARD) 12 December 1978 (1978-12-12) the whole document -----	1, 3-5, 7, 8, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/051432

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002181130	A1	05-12-2002	JP 2002350774 A	04-12-2002
EP 1203977	A	08-05-2002	JP 2002207168 A	26-07-2002
			CA 2377245 A1	15-11-2001
			EP 1203977 A1	08-05-2002
			CA 2492875 A1	15-11-2001
			CN 1380989 A	20-11-2002
			WO 0186340 A1	15-11-2001
			JP 2004133483 A	30-04-2004
			TW 496999 B	01-08-2002
			US 2004046944 A1	11-03-2004
			US 2001050758 A1	13-12-2001
			US 2005083491 A1	21-04-2005
DE 19737861	C1	04-03-1999	EP 0899966 A2	03-03-1999
			JP 11174585 A	02-07-1999
			US 6233024 B1	15-05-2001
US 5716118	A	10-02-1998	JP 3541576 B2	14-07-2004
			JP 9179064 A	11-07-1997
US 2002057421	A1	16-05-2002	JP 2002057963 A	22-02-2002
US 4129364	A	12-12-1978	DE 2617799 A1	03-11-1977
			JP 52152221 A	17-12-1977

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G03B21/10 G03B21/28 G02B27/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G03B G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2002/181130 A1 (OHZAWA SOH) 5 décembre 2002 (2002-12-05)	1,3,4, 6-8,10, 11,16,17
A	alinéas '0021! - '0028!, '0040! - '0045!; figures 1,7	2,5,9, 12-15
X	EP 1 203 977 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8 mai 2002 (2002-05-08) cité dans la demande alinéas '0353! - '0365!, '0407! - '0427!, '0509! - '0538!; revendication 1; figures 25-27,44-46,65,66	1,3,4, 6-8,10, 11,14-17
A	DE 197 37 861 C1 (LDT GMBH & CO. LASER-DISPLAY-TECHNOLOGIE KG, 07552 GERA, DE) 4 mars 1999 (1999-03-04) colonne 9, ligne 22 - colonne 10, ligne 36; figures 4-8	1-5, 10-13, 16,17

-/--



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 juillet 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/07/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bähr, A

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 716 118 A (SATO ET AL) 10 février 1998 (1998-02-10) cité dans la demande colonne 1, ligne 5 - colonne 6, ligne 44; figures 31-33 -----	1-5, 12, 13, 16, 17
A	US 2002/057421 A1 (KUREMATSU KATSUMI ET AL) 16 mai 2002 (2002-05-16) alinéas '0004! - '0007!, '0044! - '0051!, '0064! - '0067!; figures 1, 4, 6 -----	1-5, 10-13, 16, 17
A	US 4 129 364 A (DIETZ BERNHARD) 12 décembre 1978 (1978-12-12) le document en entier -----	1, 3-5, 7, 8, 16

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs: membres de familles de brevets

Dem...le Internationale No

PCT/EP2005/051432

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002181130	A1	05-12-2002	JP 2002350774 A	04-12-2002
EP 1203977	A	08-05-2002	JP 2002207168 A	26-07-2002
			CA 2377245 A1	15-11-2001
			EP 1203977 A1	08-05-2002
			CA 2492875 A1	15-11-2001
			CN 1380989 A	20-11-2002
			WO 0186340 A1	15-11-2001
			JP 2004133483 A	30-04-2004
			TW 496999 B	01-08-2002
			US 2004046944 A1	11-03-2004
			US 2001050758 A1	13-12-2001
			US 2005083491 A1	21-04-2005
DE 19737861	C1	04-03-1999	EP 0899966 A2	03-03-1999
			JP 11174585 A	02-07-1999
			US 6233024 B1	15-05-2001
US 5716118	A	10-02-1998	JP 3541576 B2	14-07-2004
			JP 9179064 A	11-07-1997
US 2002057421	A1	16-05-2002	JP 2002057963 A	22-02-2002
US 4129364	A	12-12-1978	DE 2617799 A1	03-11-1977
			JP 52152221 A	17-12-1977